

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES**

**TRABAJO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN REDES DE COMUNICACIONES**

**TEMA:**

**“PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA  
UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ, PARA OFRECER UN  
MODELO DE SERVICIOS CON CALIDAD DE SERVICIO (QOS) ”.**

**Ing. Danny Aguaiza Tenelema**

**Quito – 2016**

## **Agradecimiento**

A DIOS que por su gracia y sabiduría me permite culminar esta etapa de la vida.

A mi tutor Damián Nicolalde que con profesionalismo y conocimientos ha sido importante guía en el desarrollo de este trabajo.

A mis hermanas Yeka, Vane, Yuli y Mabel, mujeres incondicionales que apoyan cada proyecto que emprendo.

De manera especial a mis Padres Galo y Aurelia por ese incansable amor y apoyo a cada reto planteado. Gracias por durante toda su vida darme tanto con tan poco.

### **Dedicatoria**

Con mucho amor a mi esposa Rocío Palma Ramos, eres bendición de DIOS para mi vida, ayuda idónea, compañera y cómplice en cada paso que doy en la vida.

A mi primogénito LIAM CALEB, aunque aún no te tenga entre mis brazos desde ya eres el motor que me da fuerzas y esa inspiración diaria a seguir construyendo un mejor hogar para compartir juntos. Te amo Hijo.

## Resumen

En lo referente a la infraestructura de red el tema de las comunicaciones es de gran interés, se trata de aspectos como seguridad, disponibilidad y escalabilidad y la razón es el correcto funcionamiento de la infraestructura de red. En la actualidad con los avances de las tecnologías si no existe una correcta comunicación entre los niveles que conforman cualquier infraestructura de red, sencillamente no funciona como es esperado, todo esto origina que los usuarios que solicitan los servicios de red ya sean administradores, docentes, estudiantes o directivos que dependen del Centro de Datos de la Universidad Laica "Eloy Alfaro", necesitan un buen diseño de red LAN a bajo precio, que sea eficiente y cumpla las necesidades actuales de sus usuarios. A lo largo de los capítulos encontrarán los procesos que se realizaron para desarrollar el rediseño de la infraestructura de red para la Universidad Laica "Eloy Alfaro". En primera instancia se realiza un análisis teórico de algunas tecnologías de redes de área local existentes presentando las topologías que se utilizarán al momento de rediseñar, cableado, medios de transmisión y estándares utilizados en el diseño de una red informática. Se realiza en cuanto a infraestructura física de las redes de datos, un análisis de la situación actual de la red de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" y del Centro de Datos existente, para determinar las bases sobre la que se va a rediseñar. Partiendo de los problemas existentes en la actualidad y la falta de un correcto diseño de infraestructura de red, son los principales motivos que justifican la realización de este proyecto, para superar estas fallas, se realizó el diseño del cableado estructurado considerando mayormente la distribución de puntos de red de acuerdo al espacio físico existente, el dimensionamiento de la red y tratando de reutilizar al máximo los equipos de interconectividad que dispone la Universidad, y así de esta forma lograr disminuir las probabilidades de colisionar y mejorar el rendimiento de la red del Centro de Datos con calidad de servicio. Por último, se realiza la estimación de costos que implica el rediseño de la infraestructura de red de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

## **Abstract**

The issue of communications establishes great interest in terms of network infrastructure because it involves aspects such as security, availability, and scalability, which influence the operation of the network infrastructure. Today with advances in technology there must be proper communication between the levels that make any network infrastructure for it optimal performance. For all these causes, users requesting network services and other administrators, teachers, students or managers that need Data Center of Lay University Eloy Alfaro in their jobs, required a good design of LAN at a low price, efficient and meets the current needs of its users. In research processes, it will be explained the redesign of network infrastructure for the Lay University Eloy Alfaro be found. In the first instance, it will expose a theoretical analysis of some existing network technologies featuring local area topologies to be used when redesigning, cabling, transmission media, and standards used in the design of a network informatics. In terms of physical infrastructure data networks, it will be analyzed of the current situation of the network of the Lay University Eloy Alfaro and existing data center, in order to determine the grounds on which it is to redesign is performed. The main reasons for the realization of this project are the problems today and the lack of a proper design of network infrastructure. To overcome these shortcomings, the wiring design is performed considering mostly structured distribution network points according to existing physical space, the network dimensioning and trying to reuse full interconnectivity equipment available University. This will be achieved lessen the chances of collisions and improve network performance data center service quality. Finally, it will be estimated costs of redesigning the network infrastructure of the Lay University Eloy Alfaro of Manabí.

## Índice de Contenido

CAPÍTULO 1 .....	11
ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
1.1 INTRODUCCIÓN.....	11
1.2 ANTECEDENTES .....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	13
1.4 OBJETIVOS.....	16
1.5 RESUMEN DE CONTENIDO DE CAPÍTULOS .....	17
CAPÍTULO 2 .....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 REDES INFORMÁTICAS .....	18
2.1.1 Definición .....	18
2.1.2 Clasificaciones.....	19
2.2 INFRAESTRUCTURA DE UNA RED INFORMÁTICA .....	23
2.2.1 Cableado .....	24
2.2.2 Medios de Transmisión .....	25
2.2.3 Equipamiento.....	29
2.3 CABLEADO ESTRUCTURADO .....	30
2.3.1 Hub (Concentrador).....	30
2.3.2 Switch (Conmutador).....	31
2.3.3 Armarios de Distribución .....	32
2.3.4 Cableado Horizontal .....	33
2.3.5 Cableado Vertical .....	33
2.3.6 Patch Panels .....	34
2.3.7 Componentes del Cableado Estructurado .....	34
2.4 INTERNET.....	35
2.5 INTRANET.....	35
2.6 TECNOLOGÍAS PARA UNA RED INFORMÁTICA.....	36
2.6.1 Características deseables del esquema Cliente-Servidor: .....	37
2.7 REDES INALÁMBRICAS .....	38
2.7.1 Redes privadas.....	38
2.7.2 Redes públicas .....	38
2.7.3 Componentes de las redes.....	38
2.7.4 Redes de Área Local (LAN) .....	39
2.7.5 Redes de Área Metropolitana (MAN) .....	39

2.7.6 Redes Privadas Virtuales (VPN) .....	40
2.8 ESTÁNDARES UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE UNA RED INFORMÁTICA.....	41
2.8.1 Estándares Internacionales que son utilizados en diseño e implementación de redes .....	41
2.9 CALIDAD DE SERVICIOS (QoS) EN UNA RED INFORMÁTICA .....	42
CAPÍTULO 3 .....	44
ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED INFORMÁTICA. ....	44
3.1 ESQUEMA FÍSICO DE LA RED INFORMÁTICA ACTUAL.....	44
3.1.1 Descripción del Entorno .....	44
3.1.2 Topología Física de la Red Actual .....	47
3.1.3 Distribución de los elementos de red .....	49
3.2 ESQUEMA LÓGICO DE LA RED INFORMÁTICA ACTUAL .....	51
3.2.1 Dimensionamiento de sus enlaces.....	52
3.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL CENTRO DE DATOS .....	57
3.3.1 Descripción general.....	57
3.3.2 Infraestructura Arquitectónica .....	58
3.3.3 Infraestructura Mecánica .....	58
3.3.4 Infraestructura Eléctrica.....	59
3.3.5 Infraestructura de Telecomunicaciones .....	59
3.4 CALIDAD DE SERVICIOS .....	60
3.3.1 Definición, Parámetros y Ventajas .....	60
3.3.2 Modelos de Calidad de Servicio .....	63
3.3.3 Herramientas para Calidad de Servicios .....	64
CAPÍTULO 4 .....	67
PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA RED INFORMÁTICA ACTUAL.....	67
4.1 ESQUEMA FÍSICO PROPUESTO .....	67
4.1.1 Topología y Cableado .....	67
4.2 ESQUEMA LÓGICO PROPUESTO .....	68
4.3.1 Infraestructura Arquitectónica .....	69
4.3.2 Infraestructura Mecánica .....	70
4.3.3 Infraestructura Eléctrica.....	70
4.3.4 Infraestructura de Telecomunicaciones .....	70
4.4 IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE QoS .....	83
4.5 REDES INALÁMBRICAS .....	84
4.7 ESTIMACIÓN DE COSTOS IMPLICADOS POR EL REDISEÑO .....	85

4.8 PROPUESTA DE ESQUEMA DE CALIDAD DE SERVICIOS .....	88
CAPÍTULO 5 .....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	92



## Índice de Tablas

TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE REDES SEGÚN LA COBERTURA QUE ALCANZAN .....	20
TABLA 2: TIEMPO ESTIMADO PARA EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE CORREOS .....	53
TABLA 3: TIEMPOS PROMEDIOS PARA LA DESCARGA DE ARCHIVOS.....	54
TABLA 4: DISTRIBUCIÓN DE LAS LÍNEAS TELEFÓNICAS IP .....	56
TABLA 5: TASAS DE TRASMISIÓN PROMEDIO PARA EL TRÁFICO HTTP .....	56
TABLA 6: ANCHO DE BANDA TOTAL PARA EL EDIFICIO FACULTAD 1 .....	57
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CUARTO DE CÓMPUTO.....	58
TABLA 8: RELACIÓN DE DISPOSITIVOS .....	75
TABLA 9: THROUGHPUT REAL OTORGADO POR LOS PROVEEDORES DE SERVICIO DE INTERNET .....	83
TABLA 10: COSTO DEL RACK.....	85
TABLA 11: COSTO DE LOS ACCESORIOS DE CABLEADO.....	86
TABLA 12: RESUMEN DE PRESUPUESTO DE EQUIPOS .....	87

## Índice de Figuras

FIGURA 1: TOPOLOGÍA DE BUS (PIÑA, 2012).....	21
FIGURA 2: TOPOLOGÍA DE ESTRELLA (PIÑA, 2012).....	22
FIGURA 3: TOPOLOGÍA EN ANILLO (PIÑA, 2012) .....	23
FIGURA 4: CABLE DE PAR TRENZADO (PIÑA, 2012) .....	26
FIGURA 5: CABLE FIBRA ÓPTICA (PIÑA, 2012) .....	27
FIGURA 6: CABLE COAXIAL (PIÑA, 2012) .....	28
FIGURA 7: COMPONENTES DEL CABLEADO ESTRUCTURADO (LOPEZ, 2010) .....	34
FIGURA 8: MODELO CLIENTE-SERVIDOR (CRUZ & GALARZA, 2011) .....	37
FIGURA 9: LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.....	45
FIGURA 10: TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED LAN.....	47
FIGURA 11: CONECTIVIDAD FÍSICA DE LOS SWITCH DE ACCESO .....	49
FIGURA 12: TOPOLOGÍA LÓGICA DE RED DEL EDIFICIO RECTORADO.....	52
FIGURA 13: TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED INTERNA .....	66
FIGURA 14: TOPOLOGÍA LÓGICA DE RED INTERNA.....	68
FIGURA 15: CAJA ADOSABLE (JAVIER & ROBLERO, 2014) .....	70
FIGURA 16: FACEPLATE PVC FACEPLATE PVC (JAVIER & ROBLERO, 2014) .....	71
FIGURA 17: JACK CATEGORÍA 6 (JAVIER & ROBLERO, 2014).....	71
FIGURA 18: CABLE UTP CAT 6 (JAVIER & ROBLERO, 2014) .....	72
FIGURA 19: DIAGRAMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO HORIZONTAL (FERNANDEZ, 2012) .....	73
FIGURA 20: CABLEADO HORIZONTAL (JAVIER & ROBLERO, 2014).....	73
FIGURA 21: PATCH CORD CATEGORÍA 6 (JAVIER & ROBLERO, 2014).....	74
FIGURA 22: RACK DEL CUARTO DE EQUIPOS (CARDENAS, 2012) .....	75
FIGURA 23: CONEXIÓN ENTRE EQUIPOS PASIVOS .....	77
FIGURA 24: DISTRIBUCIÓN DE PUERTOS PATCH PANEL DE DATOS.....	77
FIGURA 25: CONEXIÓN SWITCH DE DATOS CON EL PATCH PANEL .....	78
FIGURA 26: DIAGRAMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO VERTICAL (FERNANDEZ, 2012).....	79
FIGURA 27: DISTRIBUCIÓN DE LOS IDFS DENTRO DEL EDIFICIO .....	80
FIGURA 28: RACK DE LA PLANTA BAJA (FERNANDEZ, 2012).....	81
FIGURA 29: IDF SEGUNDO Y TERCER PISO (FERNANDEZ, 2012).....	82
FIGURA 30: PROPUESTA DE DISEÑO DE RED LAN INALÁMBRICA (FERNANDEZ, 2012) .....	84
FIGURA 31: RED LAN INALÁMBRICA (FERNANDEZ, 2012) .....	85

## **Capítulo 1**

### **Aspectos generales de la investigación**

#### **1.1 Introducción**

Una red informática es “un conjunto interconectado de ordenadores, que ofrece a sus usuarios diversos servicios relacionados con las comunicaciones y el acceso a la información” (Adell, 1998).

Sin embargo, las redes informáticas actuales no son lo que fueron en sus inicios ni lo que se prevén que sean pues a lo largo del tiempo han ido evolucionando. La historia marca tres generaciones fundamentales de redes informáticas. La primera de ellas agrupa a las redes que se basaban en la tecnología de barra o bus, con una cobertura departamental y una administración de forma local. Posteriormente surgen las redes informáticas cuyo basamento eran los propios estándares de tecnologías, ya la topología era en forma de estrella y hacían uso de concentradores o Hub. Estas se agrupan en el grupo denominado Redes de Segunda Generación a quien le prosiguió el grupo de las Redes de Tercera Generación las cuáles se apoyan en principios de: escalabilidad, flexibilidad, seguridad y operabilidad. (Medina & Manuel, 2013)

Las redes de esta última generación, a diferencia de la primera que conectaba dos o unos pocos ordenadores, tiene como objetivo el crecimiento paulatino en el servicio a usuarios dentro de las organizaciones, para lo cual también tienen la capacidad de establecer componentes complejos que permitan este crecimiento. Así mismo, son capaces de ajustarse a las instalaciones de los locales y ambientes de las empresas en los cuales debe existir seguridad tanto para las instalaciones de la red como para sus componentes. Por último, estas se soportan sobre el principio de fácil instalación y manipulación de sus componentes.

Actualmente una red de alta velocidad es la que permite compartir e intercambiar información, realizar procesos y actividades conjuntas, posibilita el desarrollo y ejecución

de proyectos estatales relacionados con trámites, servicios en línea y comercio electrónico, optimizando los servicios al ciudadano. (Lozano, 2011)

Debido al crecimiento constante de la demanda por un mayor ancho de banda ha puesto en necesidad una tecnología escalable y rentable y para una variedad de aplicaciones, una red basada en la transmisión de paquetes capaz de proveer servicios integrados, incluyendo los tradicionales telefónicos, y capaz de explotar al máximo el ancho de banda del canal haciendo uso de las Tecnologías de Calidad del Servicio (QoS) de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada.

QoS son las siglas en inglés de Quality of Service, en español Calidad de Servicio. El mismo es una nueva terminología aplicada en esta cuarta generación de redes que se ocupa de implantar numerosos mecanismos destinados a garantizar la fluidez en el tráfico de la red. Para ello, lo que hace es dar prioridad al tráfico según el tipo de datos que transportan. (Cabello, 2015)

En el sector educativo hoy en día, como en tantos otros sectores, se precisa del uso de las redes informáticas y específicamente las de cuarta generación debido a las nuevas tecnologías y servicios que se usan para la educación y para las comunicaciones. Dentro de este sector son precisamente las universidades una de las entidades en las que urge tener una red informática; la ley exige que las IES tengan red en todo su campus.

La Universidad Laica "Eloy Alfaro" De Manabí, en lo adelante ULEAM, es una de estas entidades que hacen uso de una red informática para su óptimo funcionamiento. Sin embargo, la misma presenta un conjunto de dificultades que motivaron a realizar esta investigación, en la cual se indaga sobre su situación actual y se propone un nuevo diseño para contrarrestar dichas dificultades.

## **1.2 Antecedentes**

La importancia de las redes de alta velocidad y la demanda de compartir recursos de manera rápida y eficaz ha provocado que existan nuevas tecnologías, las cuales permiten transmitir grandes volúmenes de datos a altas velocidades y con una eficiente calidad de servicio, pues este propio auge de las tecnologías ha implicado que sea mayor el número de

usuarios conectados a la red, desde distintos tipos de dispositivos y lugares y la necesidad de que estos servicios sean de calidad imponen. Así de esta manera todo el personal de la Universidad tendrá servicios docentes y administrativos de calidad disponible, factible y operable en cualquier momento y desde cualquier punto donde se encuentre el usuario.

Las universidades ecuatorianas cuentan con una infraestructura de red informática que en los últimos años han venido revisando para identificar sus dificultades, actualizar la tecnología que ellas poseen; y en fin rediseñarlas. Ejemplo de esto lo constituyen la Universidad de Cuenca (Chogollo & Mejía, 2009), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (García, 2015), Universidad Estatal de Bolívar (Cortéz & López, 2006), el Instituto Tecnológico Superior Central Técnico (Bazurto & Mena, 2011), el Instituto Tecnológico Superior “Sucre” (Gómez R. , 2015), Escuela Politécnica Nacional (Witte & Valdés, 2001).

Por otra parte, en la propia Universidad, independientemente de que existe una infraestructura de red informática, no se encontró ninguna documentación relativa a la misma; por lo que como antecedentes de esta investigación en esa universidad solo existe la propia infraestructura física de la red informática que hoy se encuentra implementada.

### **1.3 Justificación**

Según el autor Romero (2012) “un buen diseño de la red informática es fundamental para evitar problemas de pérdidas de datos, caídas continuas de la red, problemas de lentitud en el procesamiento de la información y problemas de seguridad informática y crecimiento futuro de la red” (pág. 8) .

Partiendo de este criterio y con el que también coinciden algunas empresas de asistencia informática (SIGOC, 2007) y (I.V.S., 2010), se puede abordar que es importante rediseñar la red de la ULEAM pues actualmente su infraestructura de red no posee un buen diseño tomando como base que en repetidas ocasiones se reportan caídas de los servicios, provocadas por la indisponibilidad de la red; asimismo la conexión es muy lenta según opinan sus propios usuarios. Como consecuencia de esto también está que la interacción

con el *gestor académico*<sup>1</sup> de la universidad es mala lo que provoca que en ocasiones se pierda información o datos gestionados por integrantes de la comunidad universitaria. Lo anteriormente expuesto, está dado básicamente debido a que la red de la ULEAM no ofrece Calidad de Servicio u ofrece un Best Effort<sup>2</sup>.

La Calidad de Servicios es un término del área de telecomunicaciones conocido por QoS por sus siglas en inglés (Quality of Service). La misma no es más que la capacidad de la red para dar prioridad de determinados servicios de red sobre otros y “está relacionado directamente con ancho de banda, retraso temporal, variación de retraso (o jitter) y probabilidad de error (o pérdida de paquetes o fiabilidad)” (Felici, 2015).

Por otro lado, ofrece tres mecanismos estandarizados de reserva y prioridad: Best Effort, IntServ<sup>3</sup> y Diffserv<sup>4</sup>. Se planteó inicialmente que la red de la ULEAM no presenta QoS o lo que ofrece es Best Effort, pues este último es lo mismo que no hacer nada en relación a la administración del ancho de banda de la red o la prioridad de los servicios. La situación presente hoy en la universidad, es que la red se ocupa de satisfacer la demanda de los usuarios según los servicios que requieran y soliciten. En la mayoría de las ocasiones estos servicios no son de interés de la universidad y, sin embargo, el ancho de banda de la red es consumido para el acceso a las redes sociales (Ej. Facebook) o a la proyección de videos ajenos a la actividad docente; sin que esto pueda ser controlado por el administrador de la red. Los usuarios de la red, como profesores y administrativos, precisan que es necesario que puedan contar con una red donde los servicios ofrecidos dispongan de calidad.

Otro motivo por el cual se precisa el rediseño es que la red está implementada bajo la topología de anillo, que se considera la consecuencia principal por la que se cae el sistema al tener una dificultad cualquiera de los nodos. A esto súmesele, que los propios nodos son de tecnología obsoleta pues tanto los ordenadores como los restantes dispositivos de red, ya tienen una vida útil superior a los 12 años y no soportan las nuevas tecnologías ni los

---

<sup>1</sup> Software que se ocupa de gestionar las tareas relativas a las cuestiones administrativas y académicas relacionadas con profesores y alumnos, en la ULEAM.

<sup>2</sup> Mejor esfuerzo

<sup>3</sup> Integrated Services: Servicios integrados

<sup>4</sup> Differentiated Services: Servicios diferenciados

requerimientos de los usuarios de la red. Además, no tiene implementado ningún protocolo de seguridad.

También el autor Juliá (2013) plantea que una buena red informática debe contemplar las siguientes cinco características:

1. Velocidad
2. Seguridad de la Red
3. Confiabilidad
4. Escalabilidad
5. Disponibilidad

Cuando se analizan estas características en la ULEAM, se puede plantear que la velocidad de red de la misma es mala según opinión de su propio administrador, implicando en ocasiones que la demora interrumpa los servicios que esta ofrece.

Además, no es una red segura pues para el acceder a ella no se necesita de autenticación y por otro lado los usuarios pueden visitar los sitios que deseen sin restricciones los que implica que hagan un mal uso de ella.

En cuanto a la escalabilidad, no se puede determinar si es escalable o no pues, la red no está segmentada y la configuración de sus dispositivos no supone que se haya pensado en un futuro aumento de las prestaciones de la red.

Por último, el hecho de que el reinicio de los servicios de red deba realizarse manualmente, indica que la red no posee la característica de ser disponible pues tampoco se cuenta con un respaldo para los servidores en caso de falla eléctrica.

Para aplicar QoS a una red de datos, es preciso implementar y configurar en la misma una serie de protocolos y tecnologías (Martín, 2008) (Arango, Portilla, & Cuéllar, 2013) (Murazzo, y otros, 2013) que se pretenden describir en la investigación, y que contrarrestan todos estos problemas que hoy presenta la ULEAM en su red informática.

De manera general esta investigación permitirá a la ULEAM: aumentar la disponibilidad de su red informática y mejorar su desempeño; brindar a la comunidad universitaria servicios de red con calidad; aprovechar al máximo los dispositivos que actualmente posee la red y contar con tecnología actual disponible en el mercado.

Así mismo se puede afirmar además que esta constituye una investigación relevante pues servirá como precedente para futuros proyectos en sus sedes las cuales se encuentran en situaciones similares; permitirá posteriormente implementar una red NGN que garantizará la optimización de los servicios ofrecidos por la universidad, dotándola de prestigio ante su comunidad universitaria y visitantes.

La propuesta estará basada en la reutilización, en la medida de lo posible, de los dispositivos con los que cuenta, por lo que esto, sumado a los beneficios que ofrece la red en cuanto a reducción de costos, contribuirá al diseño de una propuesta económica para la universidad.

## 1.4 Objetivos

**Objetivo General:** Rediseñar la red de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" De Manabí, basándose en los estándares de cableado estructurado, para mejorar su administración y ofrecer calidad de servicio QoS.

### Objetivos Específicos

1. Describir la infraestructura de red y el dimensionamiento actual de enlaces.
2. Analizar el tráfico actual de la red de la ULEAM para valorar su desempeño.
3. Calcular el ancho de banda de acuerdo a los posibles usuarios y tipo de tráfico de la red.
4. Determinar el tráfico Best Effort y el tráfico con calidad de servicio de la actual red de la ULEAM.
5. Proponer un esquema de cálculo de tráfico de calidad de servicio.



## **1.5 Resumen de contenido de capítulos**

Esta investigación fue desarrollada en secciones de acuerdo a los objetivos específicos.

El Capítulo 1, llamado “Aspectos generales de la investigación”, es el presente el cual tiene como objetivo situar al lector en la problemática existente, brindándole una introducción general de la investigación, sus antecedentes y justificación, así como sus objetivos. También expone una estructura capitular que describe brevemente de qué trata cada capítulo.

El Capítulo 2, “Marco Teórico”, contiene los fundamentos teóricos que fundamentan la investigación y sustentan los motivos por los cuáles se precisa rediseñar la actual red informática. Además, estos fundamentos son los que guían el correcto diseño de la red, haciendo uso de las tendencias actuales.

En el Capítulo 3 “Estado actual de la infraestructura de la red informática”, se describen las condiciones reales en que se encuentra la red informática actual de la ULEAM.

En el Capítulo 4 nombrado “Propuesta de rediseño de la red informática actual”, se documentó la propuesta de solución partiendo de la problemática descrita en el capítulo 3 y de las referencias teóricas documentadas en el capítulo 2. Además, se exponen también los costos estimados que implica el nuevo diseño.

Por último, se escribió un quinto capítulo llamado “Conclusiones y Recomendaciones” en donde como su nombre indica, se exponen las conclusiones a las que se arribaron en esta investigación, así como algunas recomendaciones dadas.

Sumado a los capítulos, el documento cuenta con la bibliografía empleada en la investigación, los índices, un resumen inicial y la presentación.

## Capítulo 2

### Marco Teórico

En el presente capítulo se establecerán los referentes teóricos que fundamentan la solución propuesta.

#### 2.1 Redes informáticas

Red informática es un concepto del siglo XX surgido a partir de la “evolución de los sistemas de acceso y transmisión a la información y cumplen fundamentalmente el objetivo de facilitar el acceso a información remota, comunicación entre personas y entretenimiento interactivo” (Jiménez, 2013). Las primeras redes conectaban solo dos ordenadores que poseían características similares (idénticos sistemas operativos y hardware). Posteriormente, se registró el concepto oficial de red de computadoras cuando en la segunda mitad de este siglo, se implementó la primera red experimental ARPANET<sup>5</sup>, en la que se conectaron aproximadamente 60.000 ordenadores de 15 universidades, del MIT<sup>6</sup>; y de la NASA<sup>7</sup> (Joskowicz, 2012).

##### 2.1.1 Definición

Una red informática es “un conjunto interconectado de ordenadores que ofrece a sus usuarios diversos servicios relacionados con las comunicaciones y el acceso a la información” (Adell, 1998)

Otros como (Ibanez & García, 2009) (Guarin & Beltran, 2012) (Javier & Roblero, 2014) la denominan red de comunicaciones ya que “permite comunicarse con otros usuarios y compartir archivos y periféricos. Es decir, es un sistema de comunicaciones que conecta a varias unidades y que les permite intercambiar información” (Javier & Roblero, 2014).

El objetivo fundamental de una red informática es que los ordenadores puedan compartir sus recursos a distancia con una reducción de costes, los equipos que utilizan las

---

<sup>5</sup> Advanced Research Projects Agency Network: Red de Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada

<sup>6</sup> Massachusetts Institute of Technology: Instituto Tecnológico de Massachusetts

<sup>7</sup> *National Aeronautics and Space Administration*: Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio

personas son nodos que se comunican constantemente con un servidor de gran tamaño, el cual es el encargado del procesamiento de los datos y de enviar respuestas a los equipos para que los usuarios puedan aprovechar la información que dio como resultado y llevar a cabo sus tareas.

### 2.1.2 Clasificaciones

Las redes informáticas son clasificadas teniendo en cuenta diferentes características como son el acceso que tengan sus usuarios; su cobertura; el tipo de medio que empleen para la conexión y la topología.

**El medio es compartido**, lo que significa que todos los integrantes de la red utilizan el mismo medio y todos ellos reciben la información emitida, por lo que el problema básico de este tipo de redes es establecer quién tiene derecho a utilizar el canal en un momento dado, puesto que varios usuarios pueden querer hacerlo simultáneamente, o con muy pequeños intervalos de tiempo, y por lo tanto competirán por el medio. (Bianchi, 2002)

Redes punto a punto

#### 2.1.2.1 Según el acceso que tengan sus usuarios

Las redes tienen dos clasificaciones. Según ITU (2016) se entiende por red pública una red a la que puede acceder cualquier usuario, mientras que a una red privada sólo puede acceder un grupo restringido de personas, por lo general los empleados de una determinada empresa privada. Específicamente:

**Red pública:** Es la red de la cual puede hacer uso cualquier persona. Según RED (2004) “Es una red de computadoras interconectadas, capaz de compartir información y que permite comunicar a usuarios sin importar su ubicación geográfica” (ejemplo: Internet).

**Red privada:** Es la red que puede ser usada solo por algunas personas a las que se le haya asignado una clave de acceso (Tanenbaum, 2003) (Alonso, 2005) (Ejemplo: una VPN<sup>8</sup>).

---

<sup>8</sup> Virtual Private Network: Red Privada Virtual

### 2.1.2.2 Según la cobertura que alcanzan

Otra característica a tener presente en el diseño de una red es la cobertura o distancia que se necesita que la misma cubra. Dicho contenido se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1: Clasificación de redes según la cobertura que alcanzan**

Distancia entre procesadores	Procesadores ubicados en el mismo:	Clasificación
1 m	Metro cuadrado	PAN (Red de Área Personal)
10 m	Cuarto	LAN (Red de Área Local)
100 m	Edificio	
1 km	Campus	CAN (Red de Área de Campus)
10 km	Ciudad	MAN (Red de Área Metropolitana)
100 km	País	WAN (Red de Área Amplia)
1000 km	Continente	
1000 km	Planeta	Internet (Red de redes)

**Fuente:** (Zayas & Sao Áviles, 2002)

### Redes inalámbricas

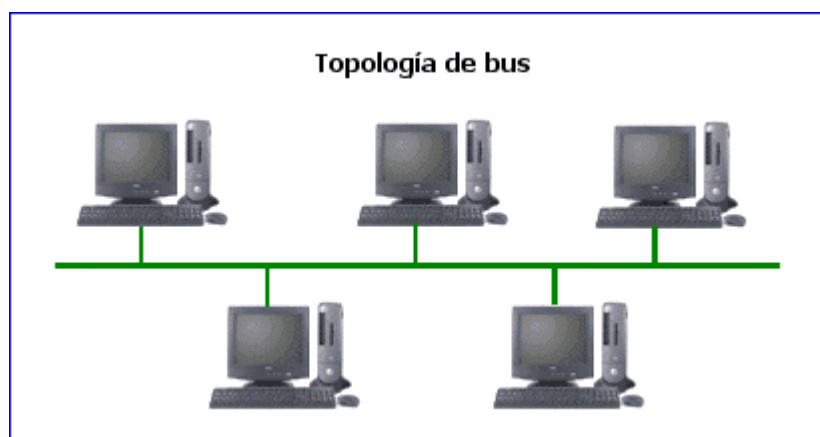
#### 2.1.2.3 Según su topología

El término topología, en redes, se emplea para denominar a la ubicación física que se les da a los equipos dentro de la red. Si una red tiene diversas topologías se le llama mixta, pero de manera independiente existen tres tipos básicos de topologías que se muestran a continuación.

##### a) **Bus**

Su funcionamiento se basa en que una estación u ordenador transmite la información mientras el resto está escuchando, o sea, todas las demás reciben la información enviada. Como se observa en la Figura 1, consiste en una conexión formada por un cable con una terminal en cada extremo.

**Figura 1:** Diseño de topología de bus



**Fuente:** (Piña, 2012)

Dentro de sus ventajas puede mencionar que, al tener una arquitectura simple, existe gran facilidad para el crecimiento o para la propia implementación de la red. Sin embargo, como desventajas se puede decir que un problema en el canal degrada toda la red; en ella es muy complejo reconfigurar o aislar los fallos y, además, es propensa a tener altas pérdidas de información debido a la colisión entre los mensajes.

**b) Estrella.**

Este caso como se observa en la Figura 2 emplea un dispositivo de interconexión de redes como su centro (Ejemplo: Hub, Switch, Router), al cual se conectan los componentes de la red y por el cual se realizan todas las comunicaciones en la misma. Existe una diferencia con la topología de bus, ya que tiene como ventaja que de fallar un terminar, se podría aislar el fallo y el resto de la red continuaría su funcionamiento normal. Sin embargo, si falla el dispositivo de interconexión central, falla toda la red.

**Figura 2:** Topología de estrella



**Fuente:** (Piña, 2012)

Otra ventaja que tiene este tipo de topología es que su mantenimiento es más fácil y económico. Pero de manera general, implementar una red con esta topología es más costoso que la anterior pues de las básicas es la que más cable requiere.

**c) Anillo**

En esta topología los nodos realizan la función de receptor y repetidor, captando la información de su antecesor y retransmitiéndola a su sucesor. En la Figura 3 se muestra dicha topología. El primer nodo se encuentra conectado con el último. Es fácil de configurar, tiene facilidad para la fluidez de los datos, pero a diferencia de la topología en forma de estrella, si falla uno de los ordenadores se interrumpe la red completa.

**Figura 3:** Topología en anillo



**Fuente:** (Piña, 2012)

## 2.2 Infraestructura de una red informática

Resumiendo algunos estudios realizados (Zayas & Sao Áviles, 2002) (Tanenbaum, 2003) (Kurose, Ross, Hierro, Pablo, & Marrone, 2010) (Castillo, 2009) (Gómez & Padilla, 2011), se puede resumir que dentro de los componentes de una red de manera general se encuentran:

**Estaciones terminales o nodos (ordenadores, (RED, 2004) teléfonos inteligentes):** a través de ellos los usuarios se conectan a la red de diferentes formas conocidas como topologías de red (bus, anillo, árbol, estrella, malla, etc.). Algunas de estas estaciones actúan como servidor y es desde donde se contrala en funcionamiento y seguridad de la red.

**Cables de red:** cuya función es conectar todos los nodos y dispositivos físicos de la red. Existen diferentes tipos de cables con diversas características en función de los requerimientos solicitados para la implementación de una red; que van desde cable coaxial, cable par trenzado hasta cable de fibra óptica. Algunos tipos de redes no necesitan de cableado pues la conexión la hacen de manera inalámbrica.

**Dispositivos de interconexión de redes de computadoras:** se ocupan de conectar segmentos de redes. Al igual que el cableado, hay distintos tipos de que se emplean según las necesidades del diseño, en correspondencia con las características del dispositivo (Repetidores, Hubs, Switch, Bridges, Routers, Gateways).

### **2.2.1 Cableado**

Las redes están construidas con una combinación de hardware y software, incluyendo el cableado necesario que se debe utilizar para conectar los equipos.

Un sistema cableado es todo circuito eléctrico o electrónico que exige el montaje de distintos cableados entre sí, para realizar un proceso o una secuencia lógica, que por lo general servirá para controlar un sistema de potencia. La estructura de un sistema cableado suele ser rígida y por lo tanto poco modificable.

Por otra parte, el cableado estructurado es el sistema de cables, conectores, canalizaciones y dispositivos que permiten establecer una infraestructura de telecomunicaciones en un lugar específico. La instalación y las características del sistema deben cumplir con ciertos estándares para formar parte de la condición de cableado estructurado. De esta manera, el apego del cableado estructurado a un estándar permite que este tipo de sistemas ofrezca flexibilidad de instalación e independencia de proveedores y protocolos, además de brindar una amplia capacidad de crecimiento y de resultar fáciles de administrar. (Zayas & Sao Áviles, 2002)

El tendido de cables del cableado estructurado suele desarrollarse con cable de par trenzado de cobre (para redes de tipo IEEE 802.3), aunque también puede utilizarse cable de fibra óptica o cable coaxial. (Arbesú, Noviembre 2013)

El cableado estructurado permite transportar dentro de determinado lugar, las señales que emite un emisor hasta su correspondiente receptor. Se trata, por ende, de una red física que puede combinar cables UTP, adaptadores y bloques de conexión, entre otros elementos.

Al poder soportar diversos dispositivos de telecomunicaciones, el cableado estructurado permite ser instalado o modificado sin necesidad de tener conocimiento previo



sobre los productos que se utilizarán sobre él. Es fundamental a la hora del tendido tener en cuenta la extensión del cableado, la posible aparición de interferencias electromagnéticas, la segmentación del tráfico, y la eventual necesidad de instalar redes locales virtuales.

### **2.2.2 Medios de Transmisión**

El medio de transmisión es el sistema físico por el que viaja la información transmitida, sea datos, voz o video a través de dos puntos distantes entre sí.

Los medios de transmisión guiados incluyen alambre de metal que puede ser cobre, aluminio u otros y el cable de fibra óptica. El cable es normalmente instalado sobre los edificios o en conducto oculto. Los alambres de metal incluyen cable par trenzado y cable coaxial, donde el cobre es el material de transmisión preferido para la construcción de redes.

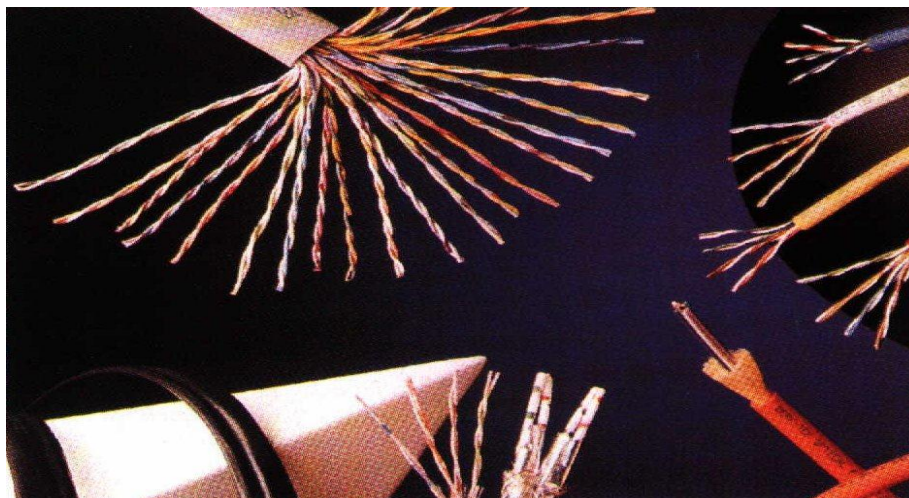
Los medios guiados que existen se describen en los siguientes epígrafes:

#### **2.2.2.1 Cable de par trenzado**

El cable UTP tradicional consta de dos hilos de cobre aislados. Las especificaciones UTP dictan el número de entrelazados permitidos por pie de cable; el número de entrelazados depende del objetivo con el que se instale el cable. El UTP comúnmente incluye 4 pares de conductores. 10BaseT, 10Base-T, 100Base-TX, y 100Base-T2 sólo utilizan 2 pares de conductores, mientras que 100Base-T4 y 1000Base-T requieren de todos los 4 pares. (Gerardo & de Osorno, 2013)

Este tipo de cable es de los más antiguos en el mercado, el segmento máximo de longitud de cable es de 100 metros y en algunos tipos de aplicaciones es el más común, consiste en dos alambres de cobre o a veces de aluminio, aislados con un grosor de 1 mm aproximado. Con el propósito de reducir la interferencia eléctrica de pares similares cercanos los alambres se trenzan y los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Policloruro de Vinilo) en cables multipares de pares trenzados (de 2, 4, 8, ...hasta 300 pares)

**Figura 4:** Cable par trenzado



**Fuente:** (Piña, 2012)

**Existen dos tipos de cable par trenzado:**

**STP (Par trenzado blindado)**

En este tipo de cable cada par va recubierto por una malla conductora que actúa de recubrimiento frente a interferencias y ruido eléctrico. Su impedancia es de 150 ohm. Es utilizado mayormente en las instalaciones de procesos de datos por su capacidad y sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas, pero teniendo como inconveniente que es robusto, caro y difícil de instalar. (Piña, 2012)

**UTP (Par trenzado sin blindar)**

Es el cable par trenzado más simple y empleado que existe, no posee ninguna pantalla adicional y presenta una impedancia de 100 Ohmios. El conector más frecuente con el UTP es el RJ45. Hasta el momento este tipo de cable es el más aceptado por su costo y fácil instalación. Más sin embargo a altas velocidades puede resultar vulnerable. (Piña, 2012)

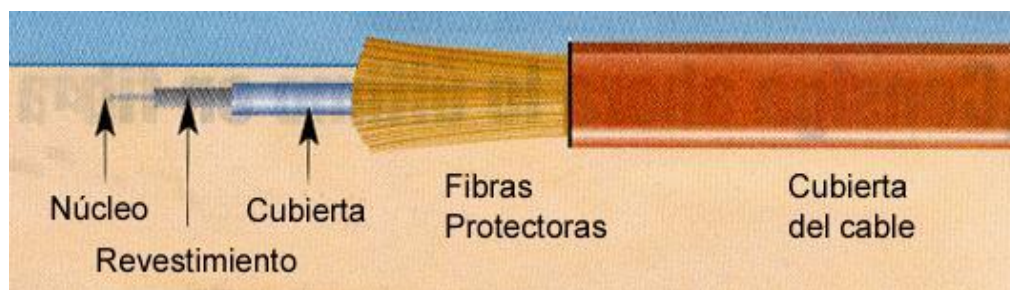
A pesar que las propiedades de transmisión de cables de par trenzado son inferiores y en especial la sensibilidad ante perturbaciones extremas a las del cable coaxial, su gran adopción se debe al costo, su flexibilidad y facilidad de instalación, así como las mejoras

tecnológicas constantes introducidas en enlaces de mayor velocidad y longitud. (Gerardo & de Osorno, 2013).

### 2.2.2.2 Cable de Fibra Óptica

Son filamentos de vidrio de alta pureza extremadamente compactos y flexibles (de 2 a 125 micrones). Es un conductor óptico de forma cilíndrica que consta del núcleo y un recubrimiento. Es fabricada a altas temperaturas con base de silicio, entre sus principales características se puede decir que son compactas, ligeras, con bajas pérdidas de señal, amplia capacidad de transmisión y un alto grado de confiabilidad, ya que son inmunes a la interferencia electromagnética de radio-frecuencia. (Piña, 2012)

**Figura 5: Cable Fibra Óptica**



**Fuente:** (Piña, 2012)

El cable de fibra óptica es apropiado para transmitir datos a velocidades muy altas y con grandes capacidades debido a la carencia de atenuación de la señal y a su pureza. Debido a que los hilos de vidrio pasan las señales en una sola dirección, un cable consta de dos hilos en envolturas separadas. Un hilo transmite y el otro recibe. Una capa de plástico de refuerzo alrededor de cada hilo de vidrio y las fibras Kevlar ofrece solidez. En el conector de fibra óptica, las fibras de Kevlar se colocan entre los dos cables. Al igual que sus homólogos (par trenzado y coaxial), los cables de fibra óptica se encierran en un revestimiento de plástico para su protección. (Piña, 2012)

Las transmisiones del cable de fibra óptica no están sujetas a intermodulaciones eléctricas y son extremadamente rápidas, comúnmente transmiten a unos 100 Mbps, con velocidades demostradas de hasta 1 gigabit por segundo [Gbps]. Pueden transportar una señal (el pulso de luz) varios kilómetros. (Piña, 2012)

### 2.2.2.3 Cable Coaxial

Un cable coaxial consta de un núcleo de hilo de cobre rodeado por un aislante, un apantallamiento de metal trenzado y una cubierta externa.

El núcleo de un cable coaxial transporta señales electrónicas que forman los datos. Este núcleo puede ser sólido o de hilos. Si el núcleo es sólido, normalmente es de cobre. (Piña, 2012)

Rodeando al núcleo existe una capa aislante dieléctrica que la separa de la malla de hilo. La malla de hilo trenzada actúa como masa, y protege al núcleo del ruido eléctrico y de la intermodulación (la intermodulación es la señal que sale de un hilo adyacente). (Piña, 2012)

**Figura 6:** Cable Coaxial



**Elaborado:** (Piña, 2012)

La malla de hilos protectora absorbe las señales electrónicas perdidas, de forma que no afecten a los datos que se envían a través del cable de cobre interno. Por esta razón, el cable coaxial es una buena opción para grandes distancias y para soportar de forma fiable grandes cantidades de datos con un equipamiento poco sofisticado. (galeon.com, 2005)

Por último, cuenta con una cubierta exterior que es no conductora, normalmente está hecha de goma, teflón o plástico y rodea todo el cable y cubre la malla de hilos de metal.

### 2.2.3 Equipamiento

En la actualidad la información debe de ser compartida y estar disponible para todos los usuarios en tiempo real por lo que es fundamental el buen funcionamiento de una red interna (Intranet) y la comunicación con el exterior a través de Internet. Para ello es de suma importancia la instalación y el mantenimiento de las infraestructuras necesarias y que se analicen algunos puntos para la mejor implementación de la misma, como son:

- El estudio de la topología e infraestructuras de red necesarias y adecuadas para la empresa
- La instalación del cableado de red, centralizaciones, puntos de red accesos inalámbricos y la implementación de medidas de seguridad física necesarias
- El montaje y configuración de los servidores y el software necesario para su funcionamiento.
- La instalación y configuración de los puestos de trabajo más adecuados para la empresa.

Es importante que las soluciones de servidores sean flexibles, equilibradas y escalables lo cual va a permitir tener un sistema preparado para el futuro crecimiento de la empresa sin incrementar sus costos.

Además de proveerse de servidores Windows como Linux, bases de datos SQL y software para servidores, incluyendo la implementación de sistemas de backup, mirroring o virtualización de escritorios, con la posibilidad de migrar a la nube (Cloud Computing) sus servidores a través de diversas opciones de Hosting y Housing ya que no todos los servicios están en la mejor situación y esto puede suponer un importante ahorro económico para las empresas. (Romero, 2012)

Las necesidades de la empresa marcan la adquisición de equipamiento. Un router para gestionar las conexiones hacia fuera de las oficinas y un switch para gestionar la red interna son elementos básicos. A partir de aquí la necesidad de la empresa será la que obligue a elegir un tipo de dispositivos u otro.

Cada vez la demanda de acceso WiFi a través de la red es más importante y a su vez el número de teléfonos móviles que se conectan a Internet aumentan., por ello, un aspecto importante es disponer de un punto de acceso WiFi.

El último aspecto básico es el servidor, que puede ser uno o varios dependiendo de las características de la entidad. Unido al mismo van dos elementos básicos, dispositivos de almacenamiento y copias de seguridad.

Se suele disponer de dispositivos de almacenamiento independientes conectados al servidor que facilitan la sustitución de discos en caso de cualquier problema. Además, se debe disponer de unos dispositivos que facilite la gestión de las copias de seguridad.

De manera tradicional se ha realizado esta cuestión, en cintas magnéticas, pero en los últimos años muchas empresas apuestan por hacerlo en dispositivos externos de almacenamiento, ya sea un disco duro externo independiente o un NAS.

Lo más importante es conseguir que el equipamiento permita trabajar de forma productiva y sea un ahorro para la empresa en horas de trabajo y desplazamientos innecesarios.

## **2.3 Cableado estructurado**

### **2.3.1 Hub (Concentrador)**

Los hubs son repetidores multipuerto. En muchos casos, la diferencia entre los dos dispositivos radica en el número de puertos que cada uno posee. Mientras que un repetidor convencional tiene sólo dos puertos, un hub por lo general tiene de cuatro a veinticuatro puertos. (Lopez, 2010)

Los hubs de manera general se utilizan en las redes Ethernet 10BASE-T o 100BASE-T, aunque hay otras arquitecturas de red que también los utilizan. El uso de un hub hace que cambie la topología de la red desde un bus lineal, donde cada dispositivo se conecta de forma directa al cable, a una en estrella. (Lopez, 2010)

En un hub, los datos que llegan a un puerto se transmiten de forma eléctrica a todos los otros puertos conectados al mismo segmento de red, salvo a aquel puerto desde donde enviaron los datos. Los tres tipos básicos se muestran seguidamente:

- **Pasivo:** Un hub pasivo sirve sólo como punto de conexión física. No manipula o visualiza el tráfico que lo cruza. No amplifica o limpia la señal. Se utiliza sólo para compartir los medios físicos. En sí, un hub pasivo no requiere energía eléctrica. (Jacinto, 2010)

- **Activo:** Se debe conectar un hub activo a un tomacorriente porque necesita alimentación para amplificar la señal entrante antes de pasarla a los otros puertos. (Jacinto, 2010)

- **Inteligente:** A los hubs inteligentes a veces se los denomina "smart hubs". Estos dispositivos básicamente funcionan como hubs activos, pero también incluyen un chip microprocesador y capacidades diagnósticas. Los hubs inteligentes son más costosos que los hubs activos, pero resultan muy útiles en el diagnóstico de fallas. (Jacinto, 2010)

### 2.3.2 Switch (Conmutador)

Es un dispositivo electrónico de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI (Open Systems Interconnection). Un Switch (conmutador) interconecta dos o más segmentos de red, funcionando de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro, de acuerdo con la dirección MAC de destino de los datagramas en la red. (Lopez, 2010)

Los Switches o conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las LANs (Local Área Network- Red de Área Local). (MAHECHA, 2011)

Las siguientes son las dos operaciones básicas que realizan los switches:

**Conmutación de tramas de datos:** Los switches reciben tramas en una interfaz, seleccionan el puerto correcto por el cual enviar las tramas, y entonces envían la trama de acuerdo a la selección de ruta. (Lopez, 2010)

**Mantenimiento de operaciones de switch:** Los switches elaboran y mantienen las tablas de envío. Los switches también elaboran y mantienen una topología sin bucles en toda la LAN. (Lopez, 2010)

### 2.3.3 Armarios de Distribución

Los Armarios de Distribución se definen como el espacio dedicado para la instalación de los racks de comunicaciones, puede ser una habitación o en algunos casos un gabinete. Debe existir mínimo uno por piso o por cada 1000 mts<sup>2</sup>. (Lopez, 2010) Sus características son:

- Área exclusiva dentro de un edificio para el equipo de telecomunicaciones
- Su función principal es la terminación de cableado horizontal
- Puerta debe ser de 91 cms de Ancho por 2 mts de Alto y debe abrir hacia afuera
- Su temperatura ambiente debe estar entre los 18 – 24 grados centígrados
- Los cuartos de telecomunicaciones deben estar libre de amenazas de inundación.
- Regulador, UPS

Debe tener un rack que cumpla con:

- Gabinete necesario y recomendado para instalar el patch panel y los equipos activos.
- Puede ser abierto o cerrado
- Debe estar provisto de ventiladores y extractores de aire además de conexiones adecuadas de energía regulada.



### 2.3.4 Cableado Horizontal

El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde la salida de área de trabajo hasta el cuarto de telecomunicaciones o Armario de Distribución Intermedio. (MAHECHA, 2011) El cableado horizontal consiste de dos elementos básicos:

- **Cable Horizontal y Hardware de Conexión.** Proporcionan los medios para transportar señales de telecomunicaciones entre el área de trabajo y el Armario de Distribución Intermedio. Estos componentes son los "contenidos" de las rutas y espacios horizontales. (MAHECHA, 2011)

- **Rutas y Espacios Horizontales.** Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el Armario de Distribución Intermedio. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado horizontal. (MAHECHA, 2011)

El cableado horizontal se debe implementar en una topología de estrella. Cada salida de del área de trabajo de telecomunicaciones debe estar conectada directamente al Armario de Distribución Intermedio excepto cuando se requiera hacer transición a un cable UTC. No se permiten empates (múltiples apariciones del mismo par de cables en diversos puntos de distribución) en cableados de distribución horizontal. (MAHECHA, 2011)

La distancia horizontal máxima es de 90 metros independiente del cable utilizado. Esta es la distancia desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el Armario de Distribución Intermedio. Al establecer la distancia máxima se hace la previsión de 10 metros adicionales para la distancia combinada de cables de empate (3 metros) y cables utilizados para conectar equipo en el área de trabajo de telecomunicaciones y el Armario de Distribución Intermedio. (Lopez, 2010)

### 2.3.5 Cableado Vertical

Se encarga de interconectar los armarios de distribución intermedios, el armario de distribución principal y la acometida principal hacia afuera (POP), esta puede ser Internet, conexión a otros edificios (red MAN) o a la red WAN. Se puede aceptar que el cableado

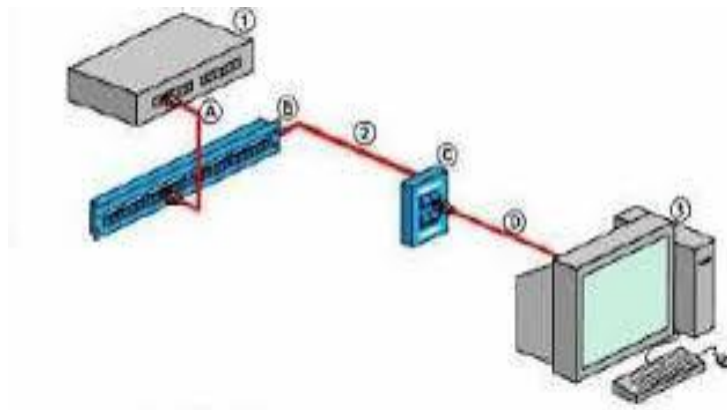
sea con cable UTP o STP, pero lo óptimo es con fibra óptica (monomodo o multimodo). (MAHECHA, 2011)

### 2.3.6 Patch Panels

Están formados por un soporte, usualmente metálico y de medidas compatibles con rack de 19", que sostiene placas de circuito impreso sobre la que se montan: de un lado los conectores RJ45 y del otro los conectores IDC para block tipo 110. (MAHECHA, 2011)

### 2.3.7 Componentes del Cableado Estructurado

**Figura 7:** Componentes del Cableado Estructurado



**Fuente:** (Lopez, 2010)

Dónde:

A. Cable de conexión 1. Equipo de red (Switch)

B. Patch Pannel 2. Cableado Horizontal

C. Toma de usuario 3. Área de Trabajo

D. Cable de conexión

## **2.4 Internet**

Una red puede conectarse con otra, o con otro conjunto de redes ya conectadas entre sí, para formar una red mayor.

Internet es un conjunto de redes interconectadas a escala mundial. Puede definirse como una red mundial de redes de ordenadores. No es por tanto una red de ordenadores en el sentido usual, sino una red de redes que tiene la particularidad que cada una de las redes es independiente y autónoma. (Orfali & Hankey, 1998)

Las redes que forman parte de Internet son de muy diversa índole, propósito y tamaño. Hay redes públicas y privadas; locales, regionales e internacionales; institucionales, educativas, universitarias, dedicadas a la investigación, al entretenimiento, etc.

Si existe un cable de comunicación entre un centro de mando y una base, al cortar el cable, la base se queda aislada. El desarrollo de internet permitió que la información tomara caminos alternativos cuando una línea fallaba. (Romero, 2012)

## **2.5 Intranet**

Una intranet es una red de computadoras similar a internet, aunque el uso de la misma es sólo en determinada organización, es decir solamente las PC de la empresa pueden acceder a ellas.

En la actualidad la comunicación entre los departamentos y la de clientes y proveedores es algo muy importante para todas las empresas. Y la intranet es una herramienta que puede ayudar en la comunicación a un bajo costo. Por lo mismo, ésta debe ser proyectada de acuerdo a las necesidades de la empresa o de la organización.

Dentro de una empresa todos los departamentos poseen algún tipo de información que es necesario transmitir a los otros departamentos o directamente con los empleados y ésta tecnología facilita esta comunicación dentro de una determinada empresa.

## 2.6 Tecnologías para una red informática

La finalidad de toda red informática es la de compartir recursos. Para ello, es necesario que un equipo actúe como demandante de información y otro como generador de la misma. (Orfali & Hankey, 1998)

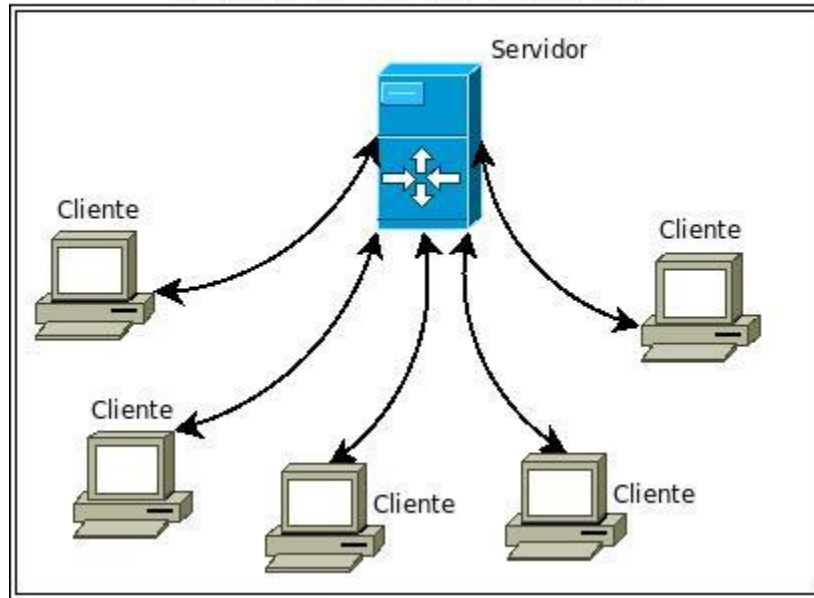
Un equipo trabaja como servidor cuando ofrece un servicio. Cuando se solicita conexión a Internet, se conecta con el servidor telefónico que permite obtener la información de la red.

Un equipo se dice que es cliente cuando aprovecha el servicio ofrecido por el servidor. El cliente y el servidor son, básicamente, dos ordenadores sólo que, trabajando de forma diferente. (Orfali & Hankey, 1998)

Debido a la necesidad de desarrollar sistemas distribuidos aparece la tecnología cliente-servidor con varios componentes que distribuyen los elementos básicos de un sistema. Su principio básico es muy sencillo, se tienen aplicaciones en un computador que están “Conversando” con aplicaciones en otro computador y en su forma básica deben existir al menos dos componentes, el proceso servidor que puede ser ejecutado en las plataformas existentes en el mercado y los procesos clientes, estos procesos se comunican en la Network utilizando uno o varios protocolos de LAN o WAN. (Orfali & Hankey, 1998)

**Figura 8:** Modelo Cliente-Servidor

## Modelo Cliente-Servidor



**Fuente:** (Cruz & Galarza, 2011)

Para realizar las tareas de solicitar información y mostrarla en la pantalla se usa el navegador web, Firefox, Chrome, Explore, Opera, etc.

### 2.6.1 Características deseables del esquema Cliente-Servidor:

- **Transparencia de Localización:** El software Cliente-Servidor usualmente oculta la localización del servidor a los clientes, pero en caso de ser necesario direcciona las llamadas.
- **Transparencia de Plataforma:** El software Cliente-Servidor es independiente del hardware o del sistema operativo donde se ejecuta. El software tiene que ser capaz de poder trabajar entre plataformas heterogéneas.
- **Escalabilidad:** El escalamiento horizontal se trata de agregar o quitar estaciones clientes, el escalamiento vertical se trata de migrar a máquinas servidoras más rápidas y robustas. (Modelo Cliente Servidor, 2011)

## 2.7 Redes Inalámbricas

En las redes inalámbricas los medios físicos no están compuestos por cables de cobre de ningún tipo. Están basadas en la transmisión de datos mediante ondas de radio, microondas, satélites, infrarrojos. Dentro de las redes inalámbricas también existen redes privadas y públicas; ellas son:

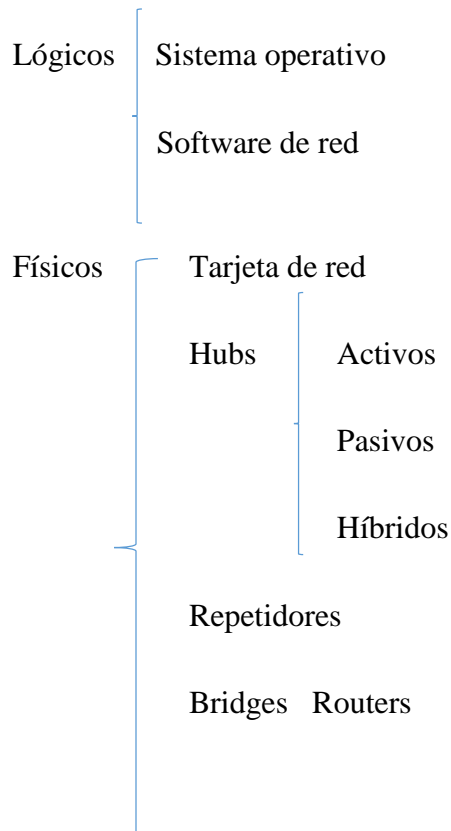
### 2.7.1 Redes privadas

Aquellas cuyo moderador o gestor es una entidad corporativa y la emplea para fines propios.

### 2.7.2 Redes públicas

Aquellas cuyo moderador o gestor es un organismo o entidad pública, o aquellas cuya utilización está abierta en un público general.

### 2.7.3 Componentes de las redes



#### **2.7.4 Redes de Área Local (LAN)**

Son redes de propiedad privada que se encuentran en un sólo edificio o campus de pocos kilómetros de longitud. Se utilizan ampliamente para conectar computadores personales, estaciones de trabajo impresoras y otros equipos de red, los cuales compartirán recursos e información. En este tipo de redes se deberán considerar tres aspectos: tamaño, tecnología de transmisión y topologías. (Francisco, 2008)

**Sus ventajas son:**

- Posibilidad de compartir equipos periféricos tales como impresoras, módems, fax, etc.
- Posibilidad de compartir información a través de bases de datos centralizadas en Servidores.
- Reduce y elimina la duplicidad de trabajos.
- Permite mejorar la seguridad y control de la información.

#### **2.7.5 Redes de Área Metropolitana (MAN)**

Son las redes que se encuentran localizadas en edificios diferentes distribuidos en distancias no superiores al ámbito urbano, una MAN generalmente consta de una o más LAN dentro de un área geográfica común. Se utilizan para enlazar servicios urbanos tales como el control de tráfico y semáforos, servicios públicos como son: Internet inalámbrico, pagos municipales o televisión por cable o servicios privados entre los cuales están los servicios bancarios o comerciales. Normalmente, se utiliza un proveedor de servicios para conectar dos o más sitios LAN, utilizando líneas privadas de comunicación o servicios ópticos. También se puede crear una MAN usando tecnologías de puente inalámbrico, enviando haces de luz a través de áreas públicas o mediante antenas de comunicación usando canales de comunicación privados. (Francisco, 2008)

**Sus ventajas son:**

- Permite la comunicación entre edificios

- Posibilidad de compartir información a través de bases de datos centralizadas en servidores
- Reduce y elimina la duplicidad de trabajos
- Permite mejorar la seguridad y control de la información

### **2.7.6 Redes Privadas Virtuales (VPN)**

Una VPN es una red privada que se construye dentro de una infraestructura de red pública, como la Internet global. Con una VPN, un empleado a distancia puede acceder a la red de la sede de la empresa a través de Internet, formando un túnel seguro entre el PC del empleado y un router VPN en la sede. (Arbesú, Noviembre 2013)

La VPN es un servicio que ofrece conectividad segura y confiable en una infraestructura de red pública compartida, como la Internet. Las VPN conservan las mismas políticas de seguridad y administración que una red privada. Son la forma más económica de establecer una conexión punto-a-punto entre usuarios remotos y la red de un cliente de la empresa. (Francisco, 2008)

#### **Los tres principales tipos de VPN son:**

- VPN de acceso: Las VPN de acceso brindan acceso remoto a un trabajador móvil y una oficina pequeña/oficina hogareña (SOHO), a la sede de la red interna o externa, mediante una infraestructura compartida. Las VPN de acceso usan tecnologías analógicas, de acceso telefónico, RDSI, línea de suscripción digital (DSL), IP móvil y de cable para brindar conexiones seguras a usuarios móviles, empleados a distancia y sucursales. (Arbesú, Noviembre 2013)
- Redes internas VPN: Las redes internas VPN conectan a las oficinas regionales y remotas a la sede de la red interna mediante una infraestructura compartida, utilizando conexiones dedicadas. Las redes internas VPN difieren de las redes externas VPN, ya que sólo permiten el acceso a empleados de la empresa. (Arbesú, Noviembre 2013)



- Redes externas VPN: Las redes externas VPN conectan a socios comerciales a la sede de la red mediante una infraestructura compartida, utilizando conexiones dedicadas. Las redes externas VPN difieren de las redes internas VPN, ya que permiten el acceso a usuarios que no pertenecen a la empresa. (Arbesú, Noviembre 2013)

## **2.8 Estándares utilizados en el diseño de una red informática**

### **2.8.1 Estándares Internacionales que son utilizados en diseño e implementación de redes**

#### **2.8.1.1 ANSI/TIA/EIA-568-B**

Define estándares que permitirán el diseño e implementación de sistemas de cableado estructurado para edificios comerciales y edificios en campus. El sustrato de los estándares define los tipos de cables, distancias, conectores, arquitecturas, terminaciones de cables y características de rendimiento, requisitos de instalación de cable y métodos de pruebas de los cables instalados.

- TIA/EIA 568-B1 Requerimientos generales
- TIA/EIA 568-B2 Componentes de cableado mediante par trenzado balanceado
- TIA/EIA 568-B3 Componentes de cableado, Fibra óptica

#### **2.8.1.2 ANSI/TIA/EIA-569-A**

Normas de Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales (Cómo enlutar el cableado) Se detallan los requerimientos para:

- Recorridos Horizontales.
- Armarios de Telecomunicaciones.
- Recorridos para
  - Backbones.
  - Sala de Equipos.

- Estación de Trabajo.
- Sala de Entrada de Servicios.

#### **2.8.1.3 ANSI/TIA/EIA-606-A**

Normas de Administración de Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales

#### **2.8.1.4 ANSI/TIA/EIA-607**

Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

#### **2.8.1.5 ANSI/TIA/EIA-758**

Norma Cliente-Propietario de cableado de Planta Externa de Telecomunicaciones

### **2.9 Calidad de Servicios (QoS) en una red informática**

La Calidad de Servicios puede ser definida como “la medición de la disponibilidad del servicio y calidad de transmisión de una red (o intraredes)” (Enterprise QoS Solution, junio 2005). La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) describe este concepto como “el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario de dicho servicio” (Calidad de Servicio).

Se puede definir la Calidad de Servicios como la capacidad que tiene un sistema de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido que se cumplan con los requisitos de tráfico en términos de perfil y de ancho de banda, para un flujo de información dado. En resumen, significa que la Calidad de Servicios asegura un servicio de calidad al tráfico de la red y esto podría significar: (Arango, Portilla, & Cuéllar, 2013)

Para que los servicios (QoS) de una red informática tengan calidad, se debe:

- Evitar situaciones de congestión en la Red mediante el dimensionamiento de los recursos en forma óptima y del nivel de disponibilidad.

- Proporcionar mecanismos para el tráfico mediante la asignación de prioridades en función de las aplicaciones usadas por los clientes.
- Realizar un encapsulado de los datos de las aplicaciones en los paquetes de transporte.
- Atender las demandas de los usuarios con la mayor eficiencia posible.

## Capítulo 3

### Estado actual de la infraestructura de la red informática.

#### 3.1 Esquema físico de la red informática actual

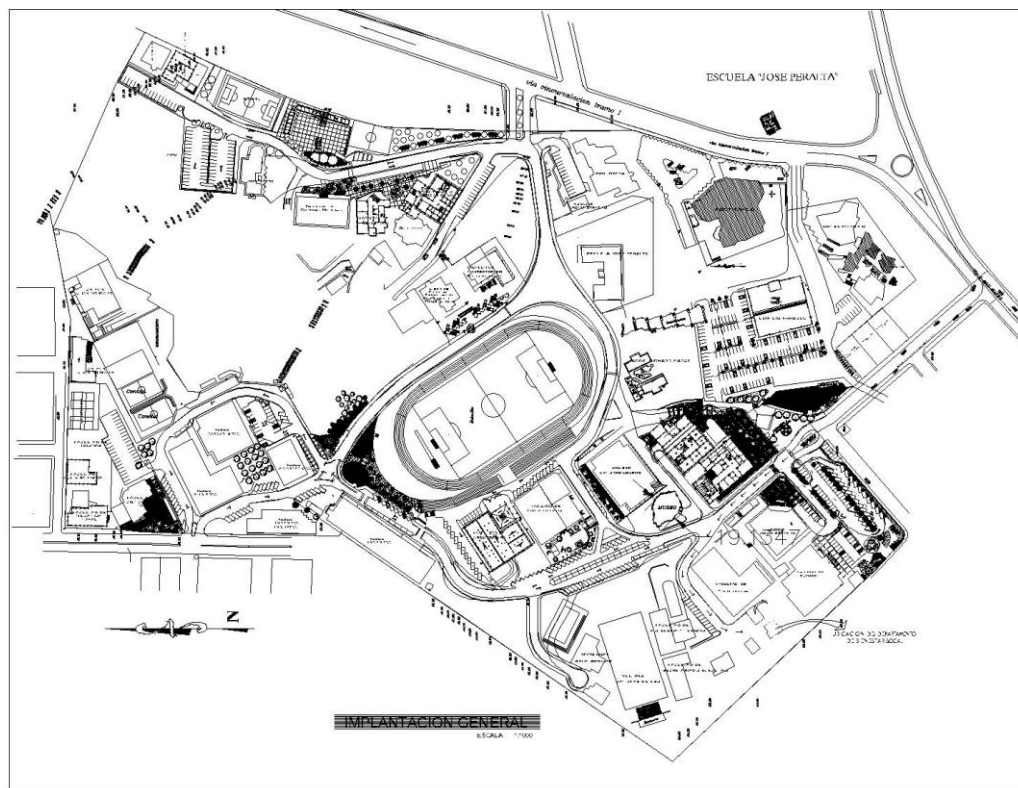
##### 3.1.1 Descripción del Entorno

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, objeto de este trabajo está conformada por 24 facultades y dependencias administrativas, siendo en total 28 edificios, que presentan una red en la matriz.

Cada facultad es de 3 pisos, en las misma hay un laboratorio de computación exceptuando a la Facultad de Ciencias Informáticas que cuenta con 6 laboratorios, también tienen una sala donde funciona la parte administrativa de la facultad, las cuales son secretarías, decanatos, comisiones, una sala de cubículos de aproximadamente 20 computadoras y aulas. Todos estos espacios cuentan con internet cableado.

Además, existen 4 edificios administrativos en la Universidad que son: rectorado, vicerrectorado, postgrado y una biblioteca. Dentro del rectorado se encuentra la secretaría general aproximadamente conformada por 10 secretarías, existe un pleno del consejo universitario y una sala de videoconferencia. El vicerrectorado que se compone del académico y el administrativo, ambos con 8 funcionarios y posee una sala de reuniones. Por otra parte, la biblioteca tiene un centro de cómputo con 30 computadoras aproximadamente con internet. Y por último el postgrado que es el edificio más grande, pues cuenta con dos laboratorios con 20 computadoras cada uno, aulas y 4 auditorios, en el mismo es donde se encuentra ubicada la UNIDAD CENTRAL DE COORDINACIÓN INFORMÁTICA, el encargado de llevar todos estos procesos de Red. A continuación, se muestra una imagen de la Universidad.

**Figura 9:** La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí



**Fuente:**

La Universidad Laica "Eloy Alfaro" De Manabí hace uso de una red informática para su óptimo funcionamiento. Sin embargo, la misma presenta un conjunto de dificultades que se muestran a continuación:

- Las aulas de cada facultad no tienen punto de red y cada edificio normalmente tiene conexión wifi, pero sólo en uno o máximo dos pisos.
- Cuenta con una infraestructura de red que no posee un buen diseño pues en repetidas ocasiones se reportan caídas de los servicios, provocadas por la falta de disponibilidad de la red.
- No existe control para acceder a los recursos de red como servidores y switch.
- La conexión es muy lenta.
- El ancho de banda de la institución es de solo 10 Mbit/S.
- Los servidores, switch y firewalls son obsoletos debido a que su tiempo de vida a terminado.

- La interacción con el *gestor académico*<sup>9</sup> de la universidad es mala lo que provoca que en ocasiones se pierda información o datos gestionados por integrantes de la comunidad universitaria.
- La velocidad de red es mala, implicando en ocasiones que la demora interrumpa los servicios que esta ofrece.
- No es una red segura pues para acceder a ella no se necesita de autenticación y por otro lado los usuarios pueden visitar los sitios que deseen sin restricciones lo que implica que hagan un mal uso de ella.
- No se lleva un orden, no se tiene un control en direcciones IP.
- Las redes de usuarios y servidores están mezcladas.
- Los servidores no están ubicados en un mismo lugar, están desorganizados y distribuidos en varios edificios (el Data Center no se encuentra operativo).

La ULEAM plantea brindar más servicios vía web , actualmente cuenta con una página web institucional que brinda información de la Universidad y de la mayoría de facultades y departamentos <http://www.uleam.edu.ec>, una página web de secretaría general <http://www.uleam-secretaria.com> que permite a los docentes ingresar notas al sistema y al alumno poder revisarlas, una plataforma Virtual <http://elearning.uleam.edu.ec> que es poco usada por los docentes pues la conexión a Internet es demasiado lenta. Cuenta también con correo institucional ZIMBRA, pero no es muy usado porque se ha confirmado que en ocasiones se bloquea y no deja adjuntar archivos entre otros inconvenientes. Claramente los recursos con los que se cuentan en la UELAM son pocos y además se puede afirmar que la conexión es lenta y notablemente mala.

Por los inconvenientes expuestos anteriormente se evidencia la necesidad de rediseñar la red existente para un mejor funcionamiento de la misma. De esta forma facilitar la disponibilidad de la información y mejorar la eficiencia en la gestión organizacional de esta institución, beneficiando a todo el gremio escolar.

A continuación, se analizará la topología física y lógica del Edificio Rectorado, como referencia de las otras topologías utilizadas en los demás edificios.

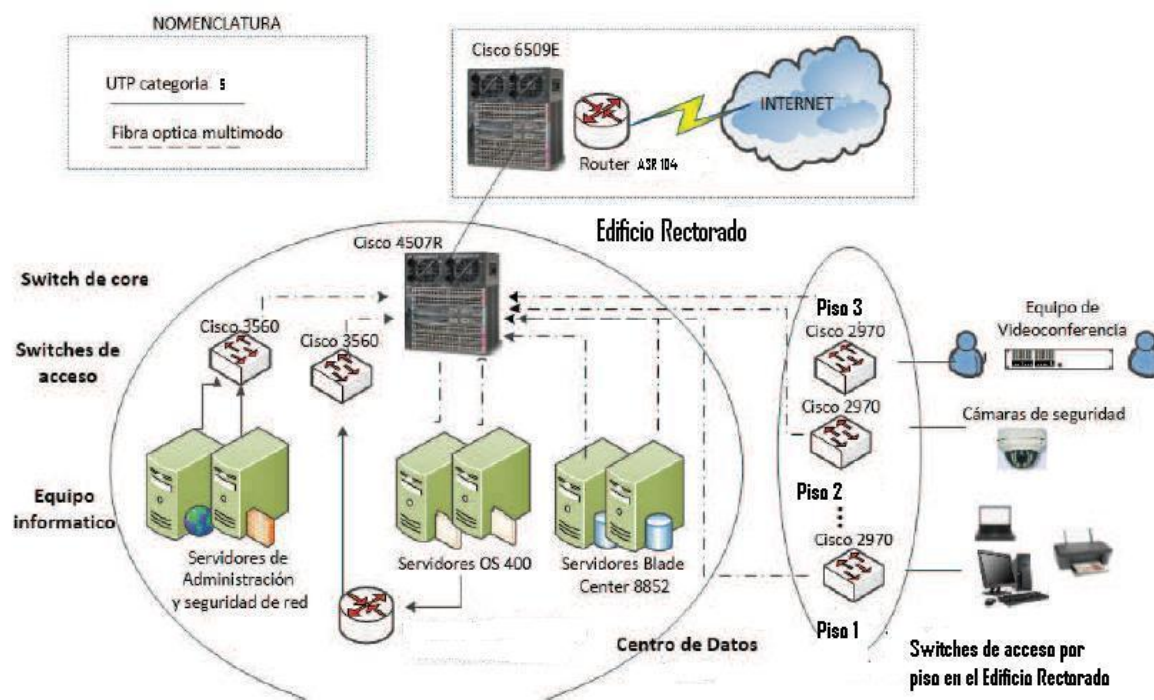
---

<sup>9</sup> Software que se ocupa de gestionar las tareas relativas a las cuestiones administrativas y académicas relacionadas con profesores y alumnos, en la ULEAM.

### 3.1.2 Topología Física de la Red Actual

De acuerdo a la Figura 10 el switch de core Cisco 4507R se conecta a los switches de acceso Cisco 2970, utilizando fibra óptica multimodo, con la configuración de tipo troncal a nivel de puerto. El cableado horizontal hacia los equipos finales de voz, video y datos está compuesto por par trenzado UTP categoría 5 y fibra óptica multimodo para ciertos servidores.

**Figura 10:** Topología Física de la red LAN



**Fuente:**

Las interfaces de red existentes y utilizadas por los servidores son de tipo RJ-45 para UTP y conectores LC para fibra óptica, las mismas permiten manejar tasas de transmisión de hasta 1000 Mbps.

De manera general la topología física de los demás edificios es similar con la diferencia de equipos en cuanto a los modelos de los switches de core y acceso como son: Cisco 6509 y el Cisco 3560.

La conexión de la red física (backbone) ubicados en los edificios es a través de los cables de fibra óptica multimodo que llegan a través de un enrutamiento físico al aire libre usando los postes cercanos de energía eléctrica.

Los enrutamientos de red entre los edificios a nivel de capa 3 son realizados usando el protocolo de enrutamiento RIPv2 con una configuración de enrutamiento estático, en los switches de core.

La Universidad tiene como proveedor principal del servicio de internet a TELCONET y la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), la misma llega a los edificios con cable de fibra óptica, proporcionando un enlace dedicado de 20 MB para la parte de internet.

#### **3.1.2.1 Equipos de Red**

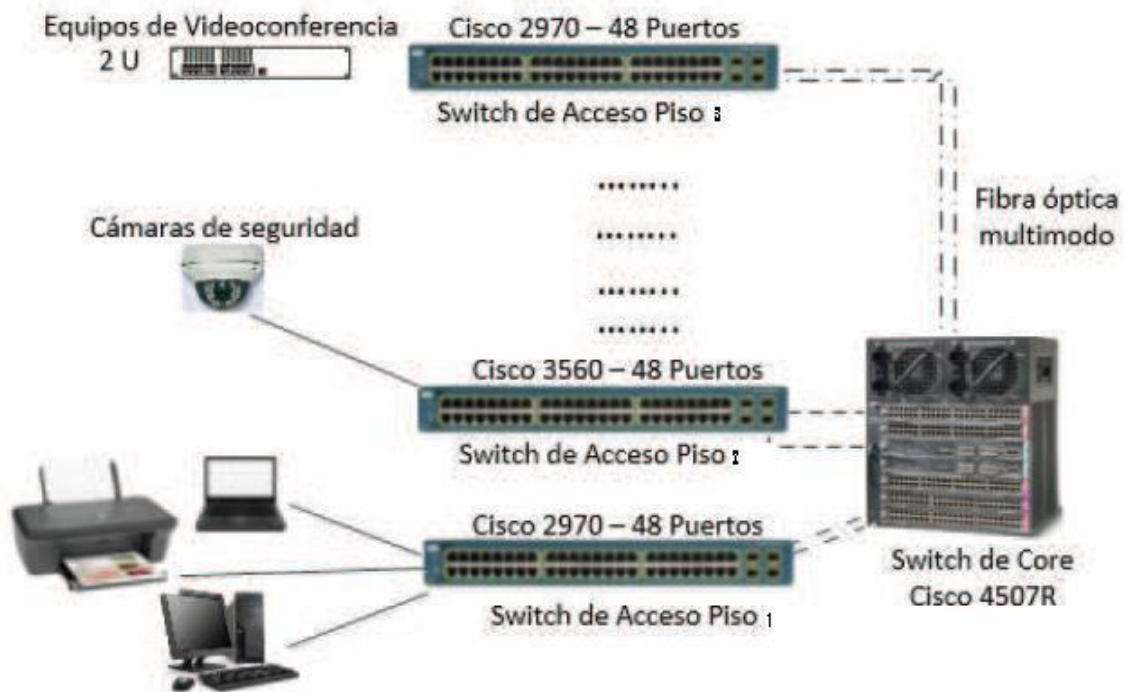
Entre los principales equipos de red utilizados a nivel de capa 2 son los switches de acceso marca Cisco 3560 y 2970, mientras que a nivel de capa 3 están los switches de core marca Cisco 4507 y 6509 que constituyen un punto central de cableado para cada edificio.

Actualmente se administra un promedio de 60 conexiones UTP y 30 conexiones de fibra óptica ya que posee internamente 3 módulos de conexión de 48 puertos para interfaces Gigabit Ethernet RJ-45 y un módulo para interfaces Gigabit Ethernet de 48 puertos con conectores LC.

Estos equipos se encuentran administrados de forma remota, cuentan con 24 y 48 puertos Gigabit Ethernet para UTP y 4 interfaces para fibra óptica tal como se observa en la Figura 10.

**Figura 11:** Conectividad Física de los Switch de Acceso





**Fuente:**

### 3.1.3 Distribución de los elementos de red

Para instalar la red de cableado estructurado en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" De Manabí los trabajos realizados fueron:

- Cableado Estructurado categoría 5E para datos
- Cableado Estructurado categoría 5E para voz
- Armarios de Distribución
- Estructura vertical de datos y voz (Backbone)
- Switches de comunicaciones
- Conectores RJ45
- Pach Cord
- Pach panel

- Rack

Esto permitió conectar en red a todos los equipos con servidores y contar con sistemas centralizados para el manejo de información. El Sistema de Cableado Estructurado instalado en la Universidad consta de 3 enlaces en cableado vertical o backbone y 361 salidas de telecomunicaciones. Todos los enlaces: de la planta baja, del segundo piso y tercer piso se conectan a la UNIDAD CENTRAL DE COORDINACIÓN INFORMÁTICA ubicada en el edificio Postgrado por medio de Fibra Óptica multimodo de 6 hilos.

#### **3.1.3.1 Cableado Horizontal**

Todo el tendido de cableado para la ULEAM fue realizado con cable UTP categoría 5E marca Belden código 1583<sup>a</sup> constituido por 8 conductores sólidos, calibre 24 AWG con aislamiento termoplástico y fibra óptica multimodo, éstos están distribuidos por debajo del piso falso sin una adecuada organización e incumpliendo la norma de espacios y rutas para equipos de telecomunicaciones.

#### **3.1.3.2 Cableado Vertical (Backbone)**

Para el cableado vertical se utiliza fibra óptica del tipo multimodo de 6 hilos, armada con diámetro 62/125  $\mu\text{m}$  y permite la transmisión de datos a una velocidad de 100 Mbps (en distancias de hasta 2 Km.). Es usada principalmente para conectar los switches de core de marca Cisco 4507R y 6509E de los edificios.

Para el enrutamiento del cableado vertical se utiliza tubería EMT y canaleta plástica decorativa presentando una curvatura mínima de radio no menor a 10 veces el radio de la fibra. Por este camino se lleva el cable de fibra óptica hacia los diferentes edificios.

#### **3.1.3.3 Cableado estructurado de Datos**

El cableado estructurado para datos está compuesto de cable de categoría 5E que permite la comunicación de los equipos a la estructura vertical de datos. Este cableado estructurado posee puntos de red en cada piso según se detalla a continuación:

- Planta Baja: 65 puntos de red
- Primer Piso: 67 puntos de red

- Segundo Piso: 99 puntos de red
- Tercer Piso: 30 puntos de red
- Total 261 puntos de red para datos

Todos los puntos están conectados a los armarios de distribución principales e intermedios a través de switches y tranceivers de fibra óptica.

#### **3.1.3.4 Armario de Distribución Principal**

Se encuentra ubicado en el edificio Postgrado, debido a que es donde está ubicada la UNIDAD CENTRAL DE COORDINACIÓN INFORMÁTICA encargada de administrar y controlar el flujo de información. Allí se instaló:

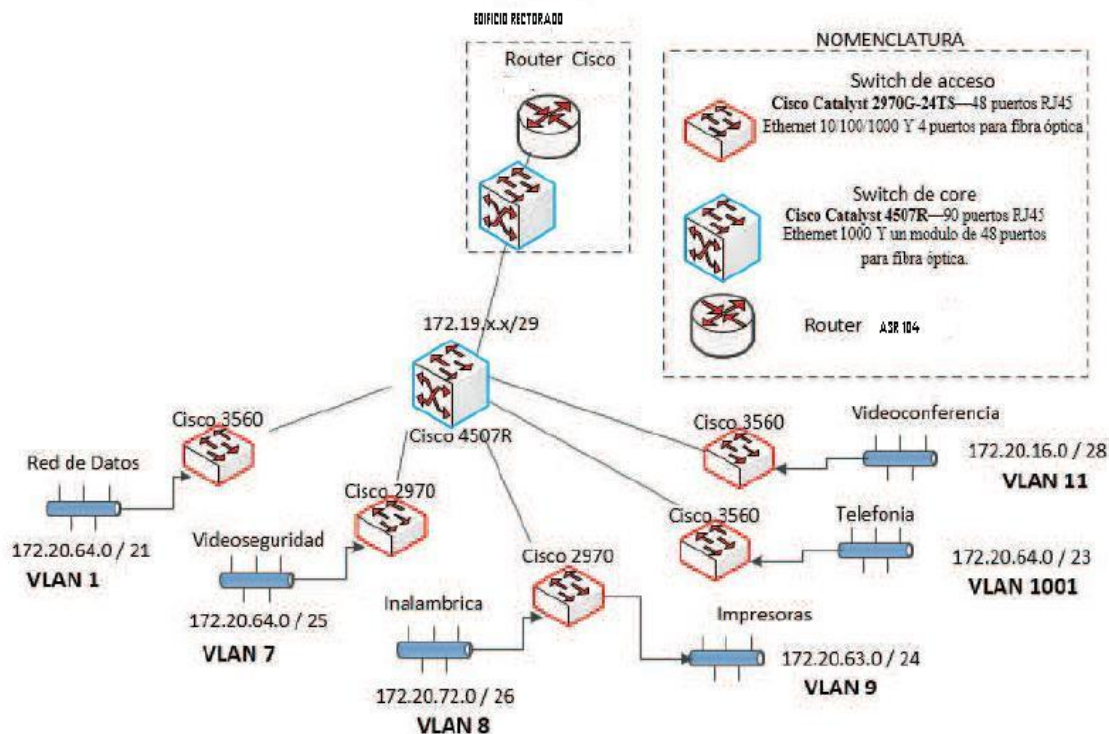
- Switch Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps D-Link 3226, el cual se interconecta con el Switch de Fibra Óptica.
- Switch No Administrable 24 puertos en cobre 10/100 Mbps y 2 puertos en fibra óptica con módulo SC (sirven de enlace con los diferentes armarios de telecomunicaciones existentes), marca D-Link DES-1024R+ que maneja el backbone de la red
- Convertidor de Medio de Cobre a Fibra Óptica 10/100 Base-Tx a 100 Base-Fx, con puerto SC, D-Link DMC-300M que permite la interconexión entre la red principal y la red local.

En los otros pisos del Edificio postgrado los switches con módulos de fibra óptica permiten incluir todos los puntos de datos en la red global de cableado estructurado instalada en la Universidad.

### **3.2 Esquema lógico de la red informática actual**

La topología lógica del edificio Postgrado utiliza el direccionamiento IP basado en una red principal de clase B 172.20.x.x para sus distintas aplicaciones.

**Figura 12:** Topología Lógica de red del edificio Rectorado



**Fuente:**

Como medio de transmisión se tiene la fibra óptica, soportando las distancias existentes y con velocidades simétricas de hasta 11.09Gps.

El router que soporta las características y anchos de banda necesarios es el cisco ASR 104 routers, el cual funciona con tarjetas que añaden funciones dentro de los cuales el módulo para conexiones con los switch a 10Gb mediante cable UTP.

### 3.2.1 Dimensionamiento de sus enlaces

A continuación, se procede a determinar la cantidad de tráfico de datos que deberá soportar la conexión a internet en base al número de usuarios y servicios a usarse en cada edificio.

Para realizar este análisis se tendrán en cuenta valores teóricos de anchos de banda que serán utilizados como referenciales debido a que no fue posible acceder a ni implementar

medidores en tiempo real que indiquen la ocupación real de las aplicaciones existentes en el Centro de Datos de la Universidad.

### **Número de usuarios de la Universidad**

Conforme lo establece el departamento de recursos humanos de la Universidad el número de usuarios totales es de 20000 y se encuentran distribuidos en los 28 edificios que conforman la Universidad.

### **Servicios**

Entre los principales servicios se tiene:

- a) Correo
- b) Internet
- c) Descargas
- d) Videoconferencia
- e) Telefonía IP
- f) Conexiones remotas a servidores

a) Correo: Para calcular el ancho de banda requerido por este servicio se necesitan conocer los tiempos de envío y recepción de un correo. Se realizaron pruebas en un período de una semana y un horario específico de las 9:00am y 4:00pm enviando y recibiendo correos con archivos adjuntos de hasta 3 Megabytes de información con anchos de banda para el internet de 3 y 6 megas y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 2: Tiempo estimado para el envío y recepción de correos**

<b>Horario</b>	<b>Tamaño del archivo</b>	<b>Ancho de banda para internet dedicado</b>	<b>Correo gratuito- tiempo en segundos</b>	<b>Correo corporativo- tiempo en segundos</b>

Mañana 9:00am	3 MBytes	6 Megas	10	6
Tarde 4:00pm	3 MBytes	6 Megas	20	16
<b>Promedio</b>			15	11

Entonces para este dimensionamiento se utilizan los siguientes valores:

Ancho de banda para internet = 6 Megas

Ancho de banda para internet = 6 Megas

Tamaño promedio del correo = 1,5 Megabytes

Tiempo para envío/recepción = 13 segundos

Usuarios simultáneos = 7000

$$capacidad\ correo = usuarios\ simultáneos * \frac{tamaño\ promedio\ del\ correo}{tiempo\ de\ descarga}$$

$$capacidad\ correo = 7000 * \frac{1.5\ kbytes}{13\ kbytes} = 807,69/seg$$

b) Descarga de archivos: Para la descarga de archivos se utilizó información proporcionada por el Edificio de la Facultad 1 sobre las páginas web más solicitadas por la misma. En las pruebas realizadas se procede a ingresar a dichas páginas, en busca de documentos que sirvan como referencia para la estimación del ancho de banda requerido en caso de ser necesaria una descarga de los mismos.

**Tabla 3: Tiempos promedios para la descarga de archivos**

Documento	Tamaño del	Ancho de	Tiempo de	Tiempo de
-----------	------------	----------	-----------	-----------

	<b>archivo Megabytes</b>	<b>banda para internet</b>	<b>descarga en segundos  (9:00 pm)</b>	<b>descarga en segundos  (4:00pm)</b>
Ley de Seguridad Social	0,5	6 Megas	7	20
Reglamentos	2	6 Megas	6	24
Word, PDF, etc	1	6 Megas	8	19
		<b>Tiempo Promedio</b>	7	21

**Fuente:** Información proporcionada por el área de sistema del Edificio Facultad 1

Entonces para este dimensionamiento utilizaremos los siguientes valores:

Tamaño promedio de un archivo = 1,6 Megabytes

Tiempo de descarga = 14 segundos

Usuarios simultáneos = 5000

$$capacidad\ descarga = usuarios\ simultáneos * \frac{tamaño\ promedio\ del\ archivo}{tiempo\ de\ descarga}$$

$$capacidad\ correo = 5000 * \frac{1,6\ kbytes}{14\ segundos} = 571,4\ kbytes/seg$$

c) Servicio de Videoconferencia: Este servicio de voz sobre IP se encuentra implementado en todos los edificios. El uso del mismo es requerido un promedio de 5 veces a la semana y con una asignación de 1000 Kbps por parte del área de sistema para su correcto funcionamiento.

d) Conexiones de administración remota: Este servicio es utilizado para conexiones básicas de monitoreo, configuraciones a equipos de red Cisco y acceso a ciertos servidores para lo cual se tiene una asignación promedio de 120 kbps.

e) Tráfico de Telefonía IP: La Universidad tiene su sistema de telefonía IP con un ancho de banda de 39,2 Kbps.

**Tabla 4: Distribución de las líneas telefónicas IP**

	<b>Telefonía IP</b>
Piso 1	1
Piso 2	1
Piso 3	2

**Fuente:** Información proporcionada por el área de sistema del Edificio Facultad 1

Es decir, para telefonía IP se realizará una estimación promedio de 36 usuarios simultáneos por cada piso, nos da un valor de 1390, 4 Kbps.

f) Servicio de Internet: Para referencia se tomaron los valores históricos de tráfico HTTP para un día normal en la Universidad.

**Tabla 5: Tasas de transmisión promedio para el tráfico HTTP**

<b>Tráfico</b>	<b>Año 2014 (Kbps)</b>	<b>Año 2015 (Kbps)</b>
Salida	215.9	220.1
Entrada	1187.4	1210
<b>TOTAL</b>	<b>1403.9</b>	<b>1430.1</b>



En resumen, el ancho de banda total para internet requerido para el edificio de la Facultad 1 se explica en la Tabla 6, valor que nos servirá para el resto de los edificios que conforman la Universidad.

**Tabla 6: Ancho de banda Total para el Edificio Facultad 1**

<b>Servicio</b>	<b>Ancho de Banda (Kbps)</b>
Correo	807,69
HTTP	1430.1
Descargas	571,4
Videoconferencia	1000
Telefonía IP	1390
Conexiones VPN	120
<b>TOTAL</b>	<b>5319,19</b>

Es decir, el ancho de banda requerido para el edificio de la Facultad 1 sería de 5319,190Kbps = 5,31 Mbps

### **3.3 Situación Actual del Centro de Datos**

#### **3.3.1 Descripción general**

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí cuenta con un total de 28 edificios para un total de 20000 usuarios. Para manejar la información utilizada y procesada en la misma se cuenta con una infraestructura tecnológica de comunicaciones que no se encuentra en las

mejores condiciones ya que existe un único Centro de Datos ubicado en el edificio Postgrado, por ello se recomienda la implementación de un Centro de Datos básico en cada edificio para un correcto funcionamiento de la red y de los servicios que se ofrecen y se consumen en la Universidad.

A continuación, se realiza un breve análisis a las infraestructuras existentes en dicho Centro de Datos.

### **3.3.2 Infraestructura Arquitectónica**

A continuación, se mencionan las principales características físicas del cuarto de cómputo

**Tabla 7: Características físicas del cuarto de cómputo**

Altura	2.85m
Área	38.58 m <sup>2</sup>
Piso falso	0.25 m
Falso techo	No tiene

Luego de una inspección al Centro de Datos se concluye que las puertas, sistema de detección y extinción de incendios no presentan problemas graves y cumplen con las recomendaciones dadas por el Estándar TIA-942, es decir su funcionamiento es bueno.

### **3.3.3 Infraestructura Mecánica**

#### **Piso falso**

El Centro de Datos posee un piso falso de estructura metálica y losas de cemento de tipo sólido y perforado permitiendo ocultar todo el cableado de energía y datos, que se encuentra distribuido por debajo de este piso.

### **Sistema de aire acondicionado**

En el sistema de aire acondicionado existe un problema en el flujo de aire frío para los racks que contienen a los servidores y equipos de red debido al desorden de cables UTP existente debajo del piso falso, esto trae consigo un deficiente funcionamiento del sistema de aire.

### **3.3.4 Infraestructura Eléctrica**

La fuente principal de energía eléctrica es proporcionada por la Empresa Eléctrica y en caso de fallo cuenta con un generador de energía propio.

Además, tiene un tablero de distribución de energía ubicado dentro del cuarto de cómputo, éste recibe la energía desde los UPS y la distribuye a los equipos existentes en el cuarto de cómputo.

### **3.3.5 Infraestructura de Telecomunicaciones**

#### **Cableado horizontal y backbone**

El medio de transmisión en el Centro de Datos es el par trenzado UTP y fibra óptica multimodo, distribuidos por debajo del piso falso, pero no presenta una adecuada organización.

El cableado backbone existente es de fibra óptica multimodo que es utilizado para conectar los switches de acceso y los servidores.

#### **Cuarto de Telecomunicaciones**

Este cuarto esta externo al Centro de Datos, se encuentra ubicado en un gabinete metálico de 24 unidades que aloja panel de conexión y switch de acceso marca Cisco de 24 y 48 puertos Gigabit Ethernet, estos brindan conexión de red a todos los computadores de los usuarios de cada edificio.

### 3.4 Calidad de Servicios

#### 3.3.1 Definición, Parámetros y Ventajas

La Calidad de Servicios puede ser definida como “la medición de la disponibilidad del servicio y calidad de transmisión de una red (o intraredes). La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) describe este concepto como “el efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario de dicho servicio” (ANDRADE, 2008)

La red actual en la ULEAM no contempla estrategias de Calidad de Servicios; por lo tanto, el tráfico que circula por la misma, no cuenta con tratamiento diferencial, es decir ofrece un “servicio de mejor esfuerzo” para enviar y recibir todos los paquetes de la misma manera. Sin embargo, esto debe ser controlado para, que por ejemplo el tráfico de voz tome precedencia sobre las descargas de internet y envío de correos electrónicos. (Arango, Portilla, & Cuéllar, 2013)

Una red convergente es el objetivo más importante de la Calidad de Servicios, y es la red en la cual los datos, voz y video coexisten sin causar inconvenientes en los parámetros de transmisión. Los parámetros de la transmisión son los mismos que afectan la Calidad del Servicio y estos son: ancho de banda, pérdida de paquetes, demora, fiabilidad y la fluctuación o inestabilidad. (Yepes, 2014)

**Ancho de Banda:** es la máxima velocidad de transferencia de datos entre los dos extremos de la red. Este límite está dado por la infraestructura física de los enlaces y los flujos procedentes de otros nodos origen-destino que comparten algunos de los enlaces de la ruta en cuestión. (Yepes, 2014)

**La Pérdida de Paquetes:** es causada por la congestión en el tráfico de la red, este efecto difiere por el tipo de aplicación que se usa. La pérdida de paquetes causará que dichos paquetes sean retransmitidos, amplificando la congestión y consumiendo más ancho de banda debido a esta congestión. (Altamirano, 2014)

**La Demora:** También es llamada latencia, es el tiempo en que toman los paquetes en viajar a través de la red. La demora tiene dos componentes: fijos y variables. (Altamirano, 2014)

**Fiabilidad:** se concibe como una propiedad del sistema de transmisión en su conjunto. En este caso se puede considerar como la tasa media de error en la red. Diversos factores pueden afectar a la fiabilidad: routers mal configurados o de bajas prestaciones que pueden alterar el orden de recepción de los paquetes en destino o provocar pérdidas de aquellos. Si se usa TCP puede corregir las deficiencias mediante retransmisiones incrementando los paquetes y por ende el factor de errores. La falta de fiabilidad en una red de baja calidad puede determinar que esta no podría estar disponible en determinados momentos. (Lopez, 2010)

**La Fluctuación:** es la variación en la demora experimentada por los paquetes en la red puede manifestarse a través de variaciones en la amplitud, intensidad de la señal, y otros elementos de estas transmisiones. Esto significa que los paquetes en el receptor tendrán una demora distinta de la que hubo en el emisor. Esto podría no notarse en transmisiones de archivos, pero en el caso de voz podría causar silencios donde no deberían existir. (Lopez, 2010)

Implementar la Calidad de Servicios en la Red tiene muchas ventajas tales como:

- Controlar cuales recursos de red (ancho de banda, equipos, etc.) están siendo usados
- Asegurarse que los recursos sean usados eficientemente por las aplicaciones críticas del negocio y que se dé un buen servicio a las demás.
- Crear un fundamento sólido para una red convergente completamente integrada en el futuro. Debemos indicar que estos factores no existen de manera aislada sino están fuertemente relacionados entre sí, pero son los más importantes y que en la mayoría de los casos son tomados en cuenta. (Lopez, 2010)

### 3.3.2 Calidad de servicios en redes de conmutación de paquetes

En la primera acepción, la calidad de servicios se opone al best effort, cuyas prestaciones dependen de las condiciones de la red en cada momento. Típicamente, las redes y protocolos digitales que admiten QoS (Frame Relay, ATM, etc.) permiten controlar algunas de las perturbaciones más comunes en comunicaciones sobre redes de conmutación de paquetes: La pérdida de paquetes, debido a la imposibilidad de entregarlos a un receptor que tiene un buffer (cola de entrada) lleno, lo que puede obligar a la retransmisión de los paquetes perdidos. Retardo, debido a las esperas de los paquetes en distintos nodos de la red (colas) o, simplemente, al rutado a través de un camino más largo que el directo para evitar congestiones. Jitter, que no es más que la llegada de una secuencia de paquetes con retardos dispares para cada uno de ellos, lo que perjudica gravemente a las comunicaciones ordenadas, como las secuencias de audio, por ejemplo: (Turner Brough, 2008)

- Llegada en desorden, causada por el rutado por distintos caminos de los paquetes de una secuencia, que sólo puede ser corregido por determinados protocolos de transmisión.
- Errores en la transmisión, que provocan la corrupción de los datos o la combinación errónea de paquetes.

En general, los distintos mecanismos de calidad de servicio se basan en la asignación de recursos mediante la priorización de los paquetes a enviar, siguiendo una jerarquía que podría ser como esta: (Turner Brough, 2008)

Prioridad Tipo de tráfico

0 Best effort

1 Tareas de fondo

2 Estándar

3 Carga excelente (Crítico para el negocio)

4 Carga controlada (streams multimedia)

5 Video (medios interactivos que requieren menos de 100ms de latencia y de jitter)

6 Voz (voz interactiva, que requiere menos de 10ms de latencia y de jitter)

7 Tráfico reservado para el control de red

### **3.3.3 Modelos de Calidad de Servicio**

Dos modelos existen para las redes que tienen Calidad de Servicio de extremo-extremo en una red que no es conveniente para un servicio de mejor esfuerzo: IntServ y DiffServ (ANDRADE, 2008)

#### **3.3.3.1 Modelo IntServ**

Usa un mecanismo explícito de señales desde aplicaciones hasta dispositivos de red. La aplicación requiere un nivel de servicio específico que incluye su ancho de banda y tiempo de demora. Después de que los dispositivos de red han confirmado que ellos pueden cumplir con estos requerimientos, la aplicación asume que puede sólo enviar datos que requieren estos niveles de servicio. Los tipos de servicio que se ofrecen son: (Murazzo, y otros, 2013)

- Tasa de Servicio Garantizada este servicio permite a las aplicaciones reservar anchos de banda para sus requerimientos, esto se da mediante Colas Equitativas Ponderadas (WFQ).

- Servicio de Carga Controlada que permite que las aplicaciones exijan retrasos bajos y alto rendimiento de velocidad, incluso en períodos de congestionamiento. La red usa RSVP con RED Descarte Aleatorio Anticipado. Pero como no todos los dispositivos de red poseen el protocolo RSVP, este modelo no es tan usado como el DiffServ. (ANDRADE, 2008)

#### **3.3.3.2 DiffServ**

Una aplicación en un ambiente DiffServ explícitamente no envía señales a la red antes de enviar datos. A su vez, la red intenta asignar un nivel específico de servicio basado en indicador de Calidad de Servicio incluido en el encabezado IP de cada paquete. Los dispositivos de red, que se encuentran en las fronteras de la red, están configurados para clasificar y marcar paquetes de acuerdo con el emisor, el destinatario o receptor y el tipo de tráfico. Con estos datos, los dispositivos entonces proveen de los recursos apropiados para la entrega. (ANDRADE, 2008)

### 3.3.4 Herramientas para Calidad de Servicios

Cuando los paquetes, enviados por cualquier dispositivo, entran en la red son clasificados y marcados y esto es el fundamento de todas las herramientas de Calidad de Servicios, las cuales son: (ANDRADE, 2008)

- **Clasificación y Marcado** es el proceso en el cual los paquetes son analizados, clasificados en diferentes categorías, marcados con marcas o señales que otras herramientas pueden entender. Esto se hace en un punto llamado “Límite de Confianza”, estas marcas no pueden ser cambiadas en otros sitios de la red y el análisis del paquete no tendrá que ser repetido. La Clasificación se hace en cualquier capa del modelo OSI, pero la marcación es exclusiva de las Capa 2 y 3. (Lopez, 2010)

- **Políticas y Estructuración** Estas herramientas identifican tráfico que viola ciertas barreras de los acuerdos de nivel de servicio. Las herramientas de políticas desechan el exceso de tráfico o modifican el marcado de los paquetes. Las herramientas de estructuración almacenan el exceso de datos hasta que puedan ser enviadas, causando así una demora, pero no un desecho de paquetes. (ANDRADE, 2008)

- **Evitar la Congestión** Es una herramienta que monitorea las cargas de tráfico de la red por lo cual la congestión puede ser anticipada y evitada antes de que se vuelva problemática. Si no se usa esta herramienta y las colas de la interfaz se congestionan, los paquetes son desechados sin importar su contenido, así, si el paquete llega al fin de la cola este será desechado. Esta herramienta trabaja bien con tráfico TCP y realiza un análisis de paquetes que pueden ser desechados anticipadamente sin causar problemas. (Murazzo, y otros, 2013)

- **Manejo de la Congestión** Esta herramienta maneja el origen de las colas, y controla la congestión cuando esta ocurre, por lo que si no hay congestión esta herramienta no se activa y los paquetes son enviados tan pronto como llegan. Existen dos procesos separados en este manejo: el encolado que separa el tráfico en colas o buffers, y la programación que decide cuando enviar en tráfico encolado. (Murazzo, y otros, 2013)



- **Herramientas Específicas de Unión** Esta herramienta están disponibles en ambos extremos de una conexión Punto a Punto de una red WAN, para reducir el ancho de banda requerido o experimentar una demora en esa conexión. Esto puede incluir compresión de encabezados y fragmentación de conexiones. (Murazzo, y otros, 2013)

- **Calidad de servicio Automática** es simplemente una manera automática de poner en práctica las mejores recomendaciones de configuraciones de Calidad de Servicios. (Murazzo, y otros, 2013)

### 3.4 Procedimiento de calidad de servicios

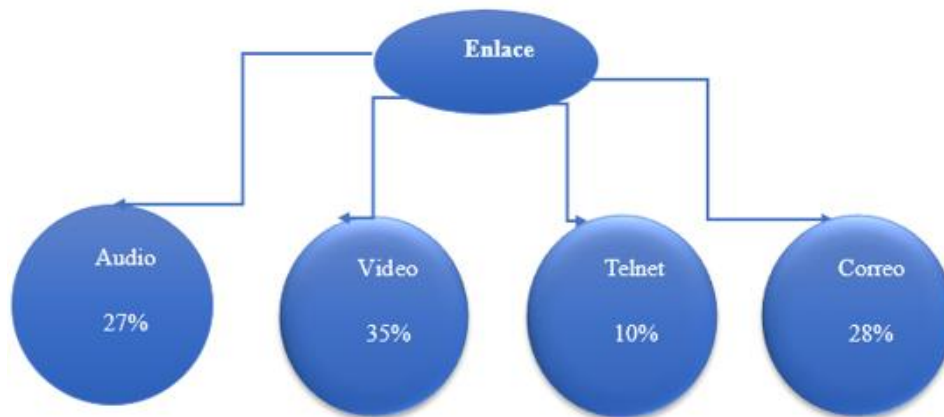
Para ofrecer Calidad de Servicios existen diversos procedimientos, los cuales trabajan sobre los diferentes niveles de la capa OSI (transporte, enlace, red entre otros) dependiendo de los principales problemas que se deseen resolver. Todos al unísono facilitan modificar la ingeniería de red.

Los procedimientos para ofrecer la calidad de servicios lo constituyen: las colas basadas en clases, las colas equitativas ponderadas, tasa de acceso entregada y el descarte aleatorio anticipado. (López Andrade, 2008)

Las colas basadas en clases son un procedimiento donde el tráfico es clasificado en clases y según esta, es asignado a una cola de salida. Permite agregar las conexiones, para lo cual establece jerarquías, dándole prioridad a cada procedimiento. Tiene como objetivos:

- Asegurar que cada clase va a recibir el ancho de banda que le corresponde en los intervalos determinados de tiempo cuando hay congestión
- Si una clase no está utilizando el ancho de banda, este se distribuye siguiendo una guía predeterminada. (López Andrade, 2008)

**Figura 13:** Compartición de enlace de CBQ de la UELAM



**Elaborado por:** el autor

## Capítulo 4

### Propuesta de Rediseño de la Red Informática Actual

#### 4.1 Esquema físico propuesto

En este capítulo después de haber analizado las características actuales de la infraestructura de la red informática en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” se procede a realizar el rediseño de la misma.

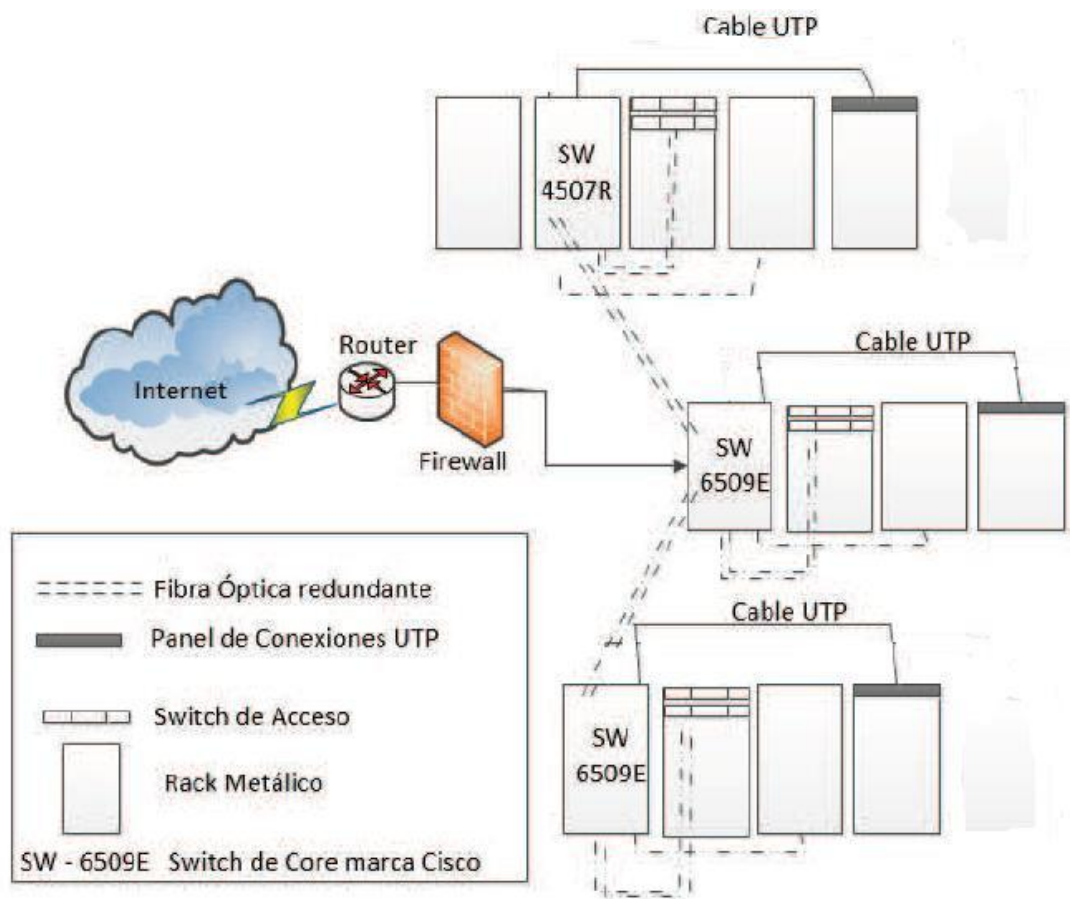
La utilización de redes de área local (LAN) se está utilizando hoy en día con mucha frecuencia gracias a sus ventajas de poder compartir información a través de bases de datos centralizadas en servidores y permitir mejorar la seguridad y control de la información. En este tipo de redes se deben considerar tres aspectos: tamaño, tecnología de transmisión y topologías.

##### 4.1.1 Topología y Cableado

El backbone siendo el principal conductor del tráfico de datos y el encargado de conectar las distintas redes de área local de la Universidad, tiene que estar diseñado correctamente con las mejores tecnologías en cuanto a medios de transmisión, Infraestructura de red y Topologías de Red. Al analizar la topología existente que es la de anillo y la distancia máxima que deberá recorrer el medio se decide cambiar para una topología de estrella.

Para mejorar la disponibilidad de red en los nuevos Centros de Datos a crear se sugiere enlaces redundantes de fibra óptica entre los equipos de mayor tráfico, es decir se plantea la siguiente topología que se evidencia para tres edificios, siendo así para el resto.

**Figura 14:** Topología Física de la Red Interna



**Fuente:**

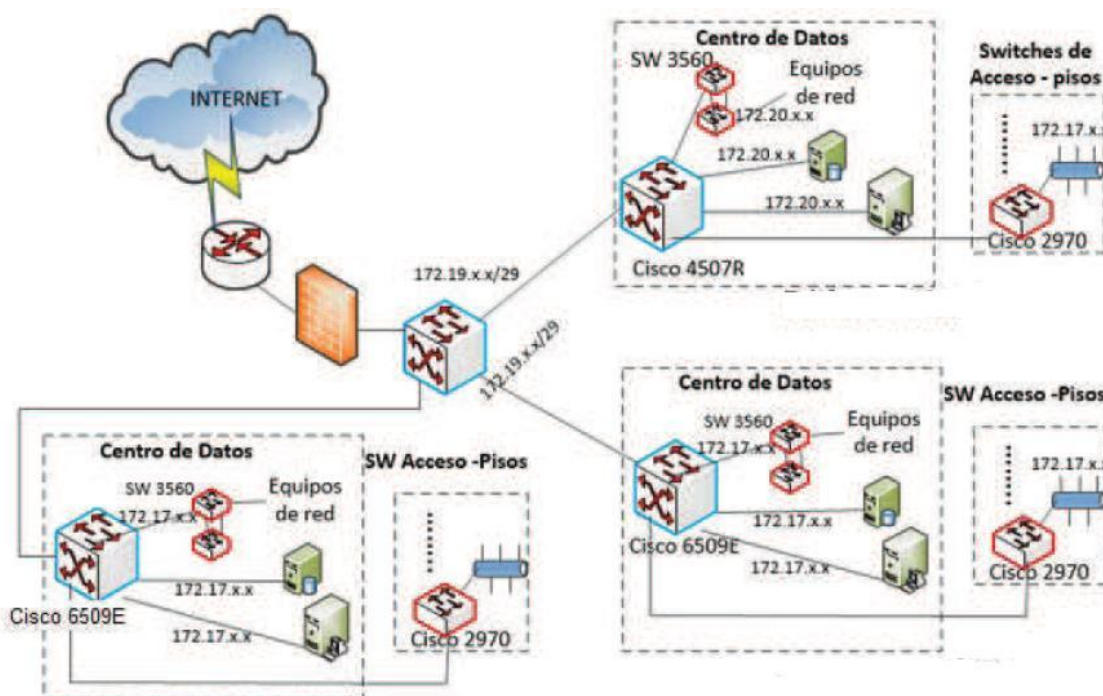
Considerando la topología física implementada, y conociendo que todo el tráfico de internet sale a través del switch de core del edificio Postgrado, se recomienda instalar un equipo adicional con características técnicas iguales o superiores.

#### 4.2 Esquema lógico propuesto

Debido a la situación de la Universidad se optará por una red de switch capa 3 con tecnología Cisco. A través de este switch capa 3 se pueden comunicar todas las computadoras del edificio puesto que pertenecen a la misma LAN aun cuando se encuentren en pisos diferentes, de esta manera se reducen los cuellos de botella ya que a través del switch únicamente pasa el tráfico para el respectivo destinatario.

Los medios de transmisión propuestos para este diseño será una unión de cable par trenzado UTP categoría 6A y fibra óptica. De igual manera se observa la Topología lógica para tres de los 28 edificios que componen la Universidad.

**Figura 15:** Topología Lógica de Red Interna



**Fuente:**

## A Diseño del Nuevo Centro de Datos

### 4.3.1 Infraestructura Arquitectónica

Considerando que el área del Centro de Datos contiene las centrales telefónicas, equipos informáticos (servidores), centrales de video, etc y de acuerdo a la arquitectura de los edificios se ubicará en el segundo piso en el ala norte compartiendo su espacio con el área de cuarto de cómputo y el área que se designará para el mismo es de 3.5 m<sup>2</sup>. Se instalará un bastidor cerrado de 42 unidades de rack. En el mismo se implementará un sistema de falso techo para un mejor ordenamiento de los cables.

### 4.3.2 Infraestructura Mecánica

Para una mejor distribución del aire frío los sistemas de aire acondicionado serán redundantes y con control de humedad y como medida de seguridad se instalará un sistema de detección y extinción de incendios en el techo y debajo del piso falso.

### 4.3.3 Infraestructura Eléctrica

Para protección contra cortes de energía se dimensionará un generador de energía y se dispondrá de un sistema de transferencia automático en la acometida eléctrica.

### 4.3.4 Infraestructura de Telecomunicaciones

Se implementará redundancia en el cableado backbone y horizontal. Además, para un monitoreo constante a los equipos alojados en el Centro de Datos se instalará un Centro de Operaciones adyacente a éste cuarto de cómputo.

#### 4.3.4.1 Cableado horizontal

El cableado horizontal contará de:

**Caja adosable:** A instalarse en la pared en aglomerados o madera de forma sobrepuesta. La dimensión es de 4x2 pulgadas. Su instalación se la realizará en cada uno de los puntos de red.

**Figura 16:** Caja adosable



**Fuente:** (Javier & Roblero, 2014)

**Faceplate:** Los que se utilizarán son simples y funcionan como tapa a éste se adherirá el jack cat 6.

Figura 17: **Faceplate PVC Faceplate PVC**



**Fuente:** (Javier & Roblero, 2014)

**Conector Jack:** Todos los jacks que formen parte del cableado horizontal deben ser de categoría 6 y cumplirán la norma TIA/EIA-568-B.

Figura 18: **Jack categoría 6**

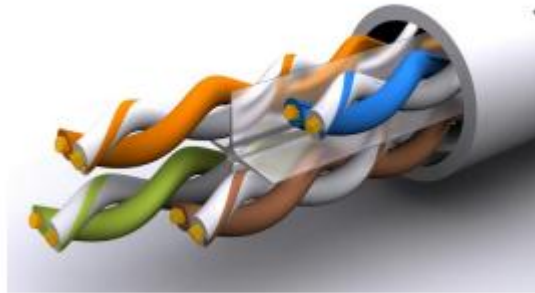


**Fuente:** (Javier & Roblero, 2014)

El cableado horizontal para el edificio será UTP categoría 6 descrito en la norma ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1, el estándar del cable que se utilizará será 10BASE-T, 100BASE-TX y 1000BASE-TX (Gigabit Ethernet), el mismo alcanza frecuencias de hasta

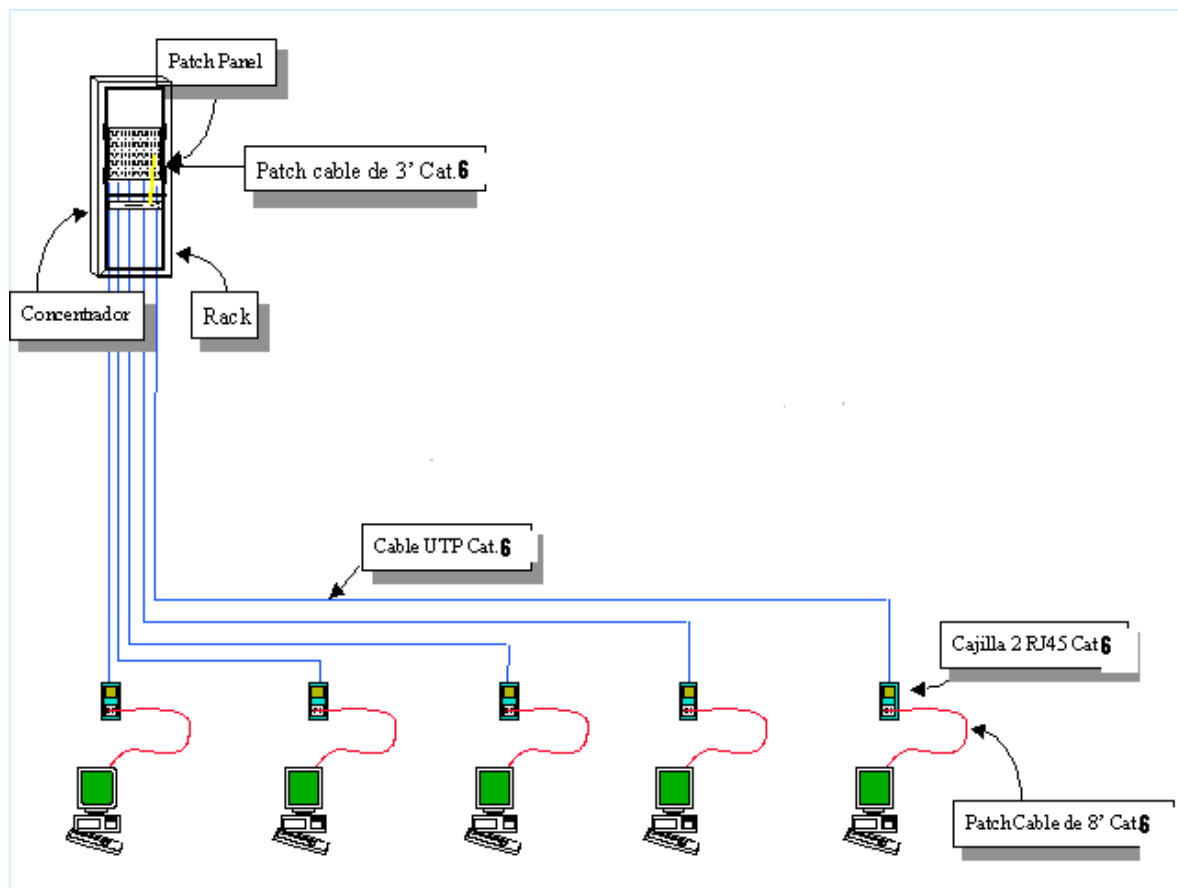
250 MHz en cada par y una velocidad de 1 Gbps. El cable contiene 4 pares de cable de cobre trenzado.

**Figura 19:** Cable UTP Cat 6



**Fuente:** (Javier & Roblero, 2014)

**Figura 20:** Diagrama de Cableado Estructurado Horizontal



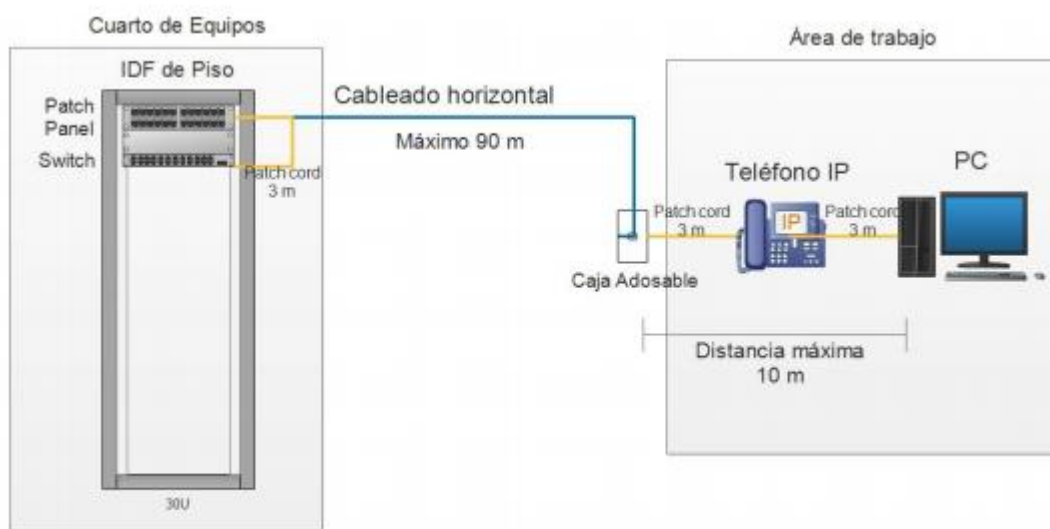


**Fuente:** (Fernandez, 2012)

**Canaleta Decorativa:** Para las instalaciones internas o en interiores se utilizará canaleta decorativa de 25x20 mm que cumplan el estándar ANSI/EIA/TIA con los accesorios (ángulo externo, ángulo interno, ángulo plano, derivación en T, unión y tapa final) y serán instaladas superficialmente en la pared.

**Instalación:** Desde los IDF instalados en cada piso saldrá un cable UTP categoría 6 hacia cada una de las estaciones de trabajo y al extremo inicial al jack categoría 6 tipo hembra, éste será acoplado en el patch panel. El cable será protegido por una canaleta decorativa en todo el trayecto hasta la instalación de la caja adosable.

**Figura 21:** Cableado horizontal



**Fuente:** (Javier & Roblero, 2014)

#### 4.3.4.2 Área de trabajo

La instalación de las cajas adosables con los faceplates se colocarán cerca a la toma corriente por canalizaciones separadas. Se utilizará también un cable con la siguiente descripción:

**Patch cord:** Cable de conexión entre cualquier tipo dispositivo de red, es de tipo macho, en los extremos. Su distancia máxima no pasa los 5 m.

**Figura 22:** Patch cord categoría 6



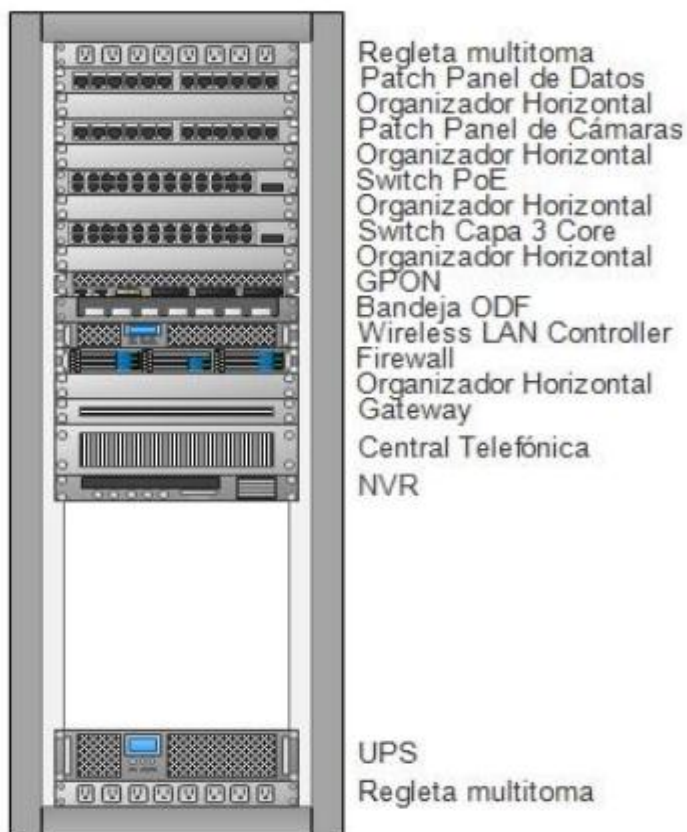
**Fuente:** (Javier & Roblero, 2014)

#### 4.3.4.3 Instalación de equipos de red en el rack

El router que se utilizará es el Cisco ASR 104 ya que soporta las características del medio de transmisión y anchos de banda, este router funciona con tarjetas que añaden funciones dentro de los cuales se encuentra que el módulo para conexiones con los switch a 10Gb es mediante cable UTP cat 6. Por tanto, se utiliza el modulo cisco C4KX-NM-8SFP.

Los equipos activos y pasivos de networking instalados en el bastidor se pueden apreciar en la Figura 9 Rack del Cuarto de Equipos.

**Figura 23:** Rack del Cuarto de Equipos



**Fuente:** (Cardenas, 2012)

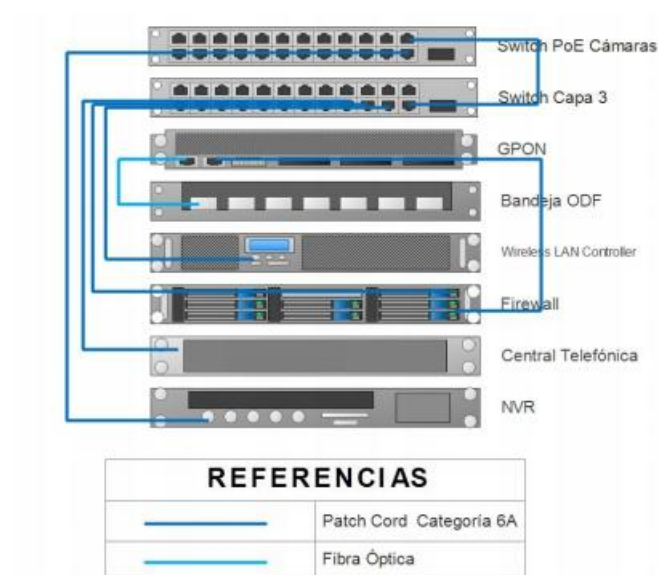
**Tabla 8: Relación de Dispositivos**

Cantidad	Dispositivo	Rol	Descripción
2	Regleta multitoma	Suministrar energía eléctrica a los dispositivos de red	Esta regleta estará conectada al UPS
1	Patch Panel de Datos Categoría 6A	Proveer interconexión entre los cuartos de telecomunicaciones y el cuarto de equipos a través del cableado backbone	El patch panel de 12 puertos

4	Organizador horizontal	Mantener el cableado estructurado del rack de manera organizada	Tamaño estándar de 19''
1	Patch Panel de Cámaras Categoría 6	Proveer conexión con las cámaras de vigilancia	Esta instalación constituye el cableado horizontal para el sistema de cámaras de vigilancia
1	Switch PoE de 24 puertos	Gestión de datos de video	Switch con capacidad de proveer energía eléctrica a dispositivos de red
1	Switch Core Capa 3 de 24 puertos	Proveer de servicio core a la red	Dispositivo con capacidad de realizar conmutación y ruteo
1	GPON	Proveer de internet y líneas telefónicas digitales	Dispositivo provisto por la empresa de servicios de telecomunicaciones
1	Bandeja ODF	Organizar los cables de FO	Equipo pasivo que entrega la empresa de telecomunicaciones
1	Wireless LAN Controller	Administrar los Access Points	Administrador lógico de los Access Points de la red inalámbrica
1	Firewall	Controlar el tráfico que ingresa o sale de la red de datos	Dispositivo que filtra el tráfico de datos
1	Gateway de voz	Interconexión con la PSTN	Dispositivo de conexión entre las comunicaciones internas con la telefonía pública
1	Central telefónica IP	Proveer comunicación de voz entre los usuarios de la LAN	Gestiona la intercomunicación de voz
1	NVR	Almacenar la data generada por las cámaras de vigilancia	Dispositivo que guarda todo lo captado por las cámaras de

			vigilancia
<b>1</b>	UPS	Proveer energía eléctrica a los equipos de cómputo durante cierto límite	Dispositivo que provee energía eléctrica con la suficiente autonomía para apagar el PC

**Figura 24: Conexión entre equipos pasivos**

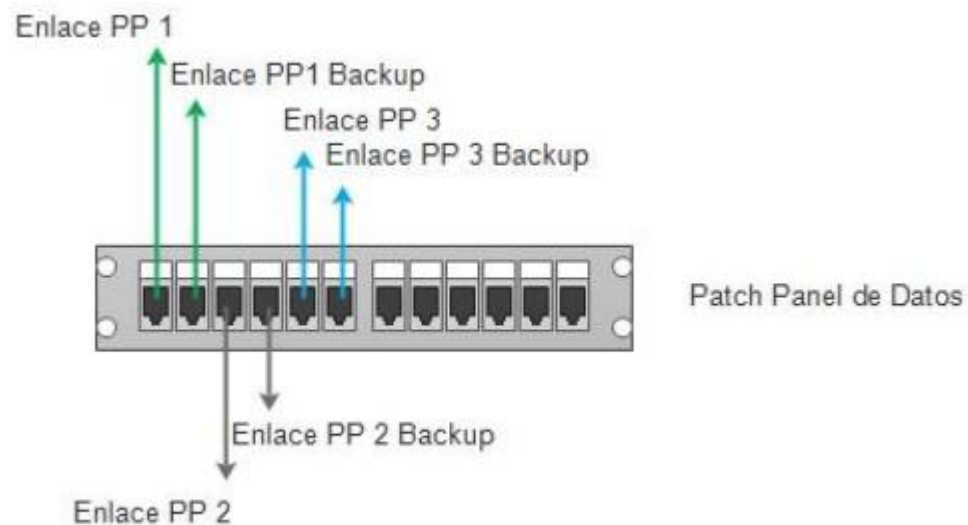


**Fuente:**

#### 4.3.4.4 Cableado Patch Panel – Switch de Datos

La Figura 22: Distribución de puertos Patch Panel de Datos muestra la conexión de los cables de enlace (cableado vertical) provenientes de los cuartos de telecomunicaciones, siendo en total 6 cables UPT categoría 6A con terminales (Jack) de la misma categoría ponchados bajo el estándar ANSI/TIA 568-A.

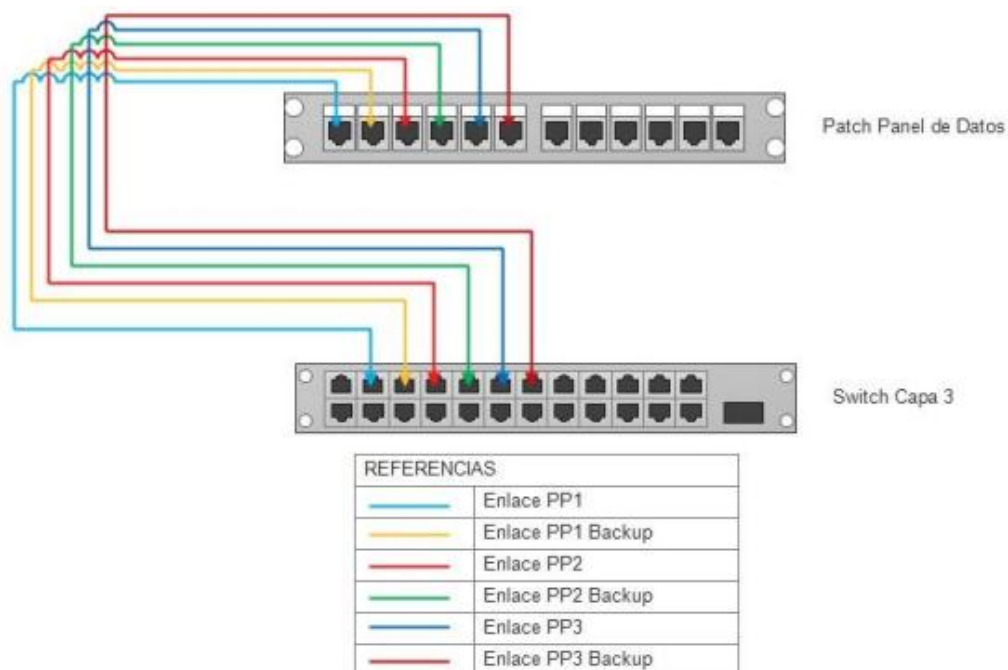
**Figura 24: Distribución de puertos Patch Panel de Datos**



**Fuente:**

La conexión entre el patch panel de datos y el switch de datos capa 3 se realizará por medio de patch cords de 5 pies de largo categoría 6A. Se deja el puerto número 1 del switch libre para la administración del mismo. La conexión se puede ver en la Figura 25.

**Figura 25: Conexión Switch de Datos con el Patch Panel**

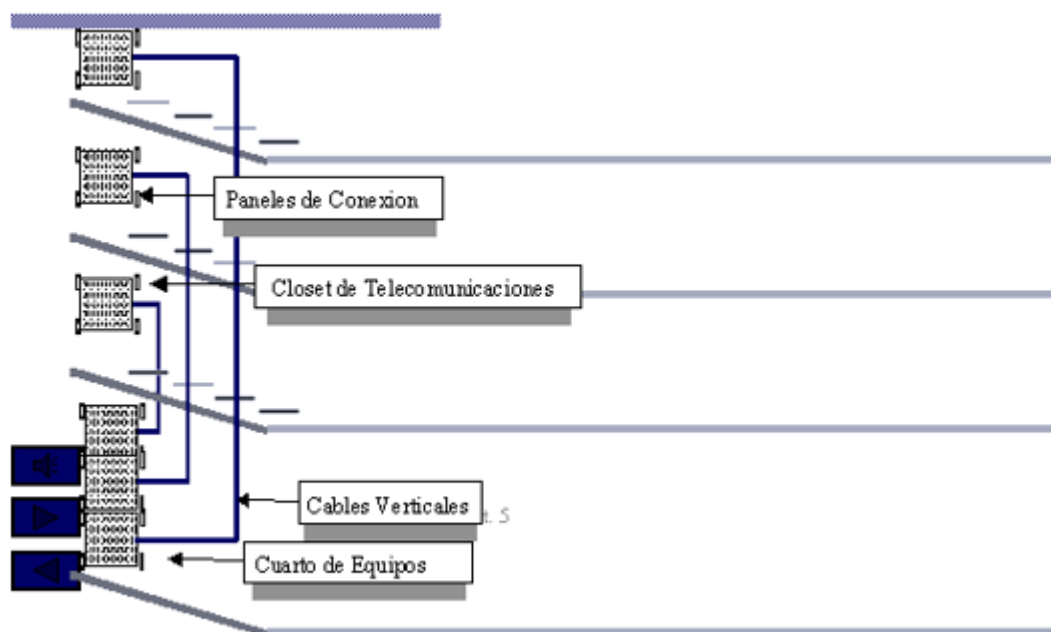


**Fuente:**

#### 4.3.4.5 Cableado vertical o backbone

La función del cableado vertical backbone es proveer interconexión entre los IDFs instalados en cada piso y el cuarto de telecomunicaciones y también entre el cuarto de telecomunicaciones y las instalaciones de entrada.

**Figura 2: Diagrama de Cableado Estructurado Vertical** (Fernandez, 2012)



**Fuente:**

El cableado vertical y todos los elementos intermedios se instalará con cable FTP25 categoría 6A especificado en la norma ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 que operan a frecuencias de hasta 500 MHz y proveen transferencias hasta 10 Gbps 10GBASET.

Se reservará el último puerto de cada switch y patch panel de piso para realizar la conexión backbone. La conexión entre el switch y patch panel se realizará con patch cord categoría 6A bajo la norma ANSI/TIA T568-A.

La protección y enrutamiento del cableado backbone en el interior del edificio se realizará con canaleta decorativa de 60 x 40 mm sin división interna. Se instalará en la parte superior de la pared.

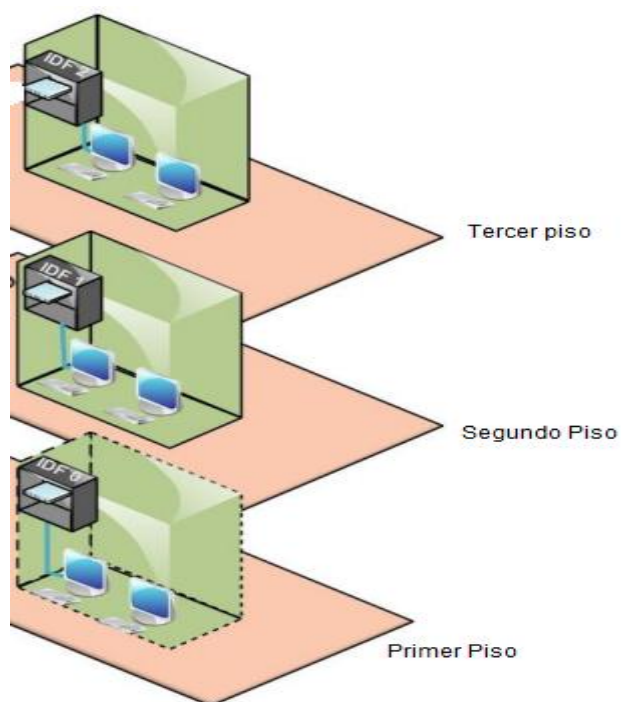
Además, para la canalización en la parte externa del edificio se utilizará escalerilla metálica cubierta de 10 x 8 cm, esta instalación empieza en la losa de la planta baja y termina en la azotea del edificio.

#### 4.3.4.6 Cuarto de Telecomunicaciones

Es un lugar con ambiente controlado destinado para equipos de telecomunicaciones que contiene el equipo electrónico de administración de una sección o piso de la red local. El rediseño de la red de datos cuenta con tres IDF que se ubicarán en cada planta del edificio.

El rack se ubicará según se muestra en los planos del a 1.80 m de altura medidos desde la losa de cada planta.

**Figura 3: Distribución de los IDF dentro del Edificio**





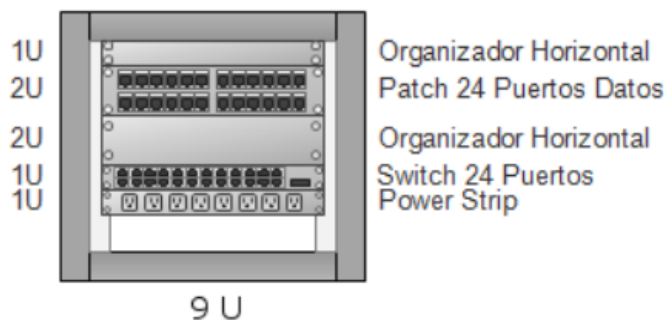
**Fuente:****IDF Primer Piso**

Consta de un rack cerrado de 9 unidades de rack (UR) Dentro del rack se instalarán:

- Un organizador horizontal de 1 UR.
- Un patch panel o panel de patcheo de 24 puertos categoría 6
- Un organizador horizontal de 2 UR.
- Un switch administrable de 24 puertos.
- Una regleta multitoma.

La instalación de los equipos dentro del rack se muestra en la Figura 27

**Figura 4:** Rack de la planta baja



**Fuente:** (Fernandez, 2012)

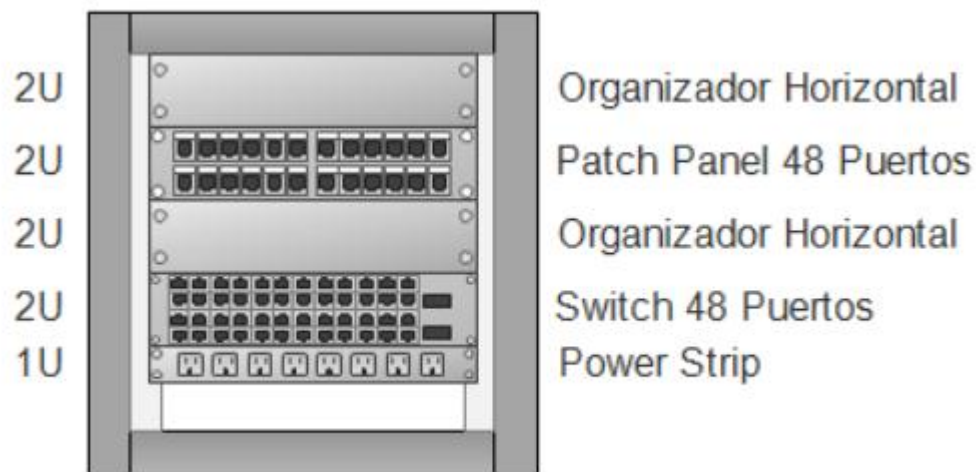
**IDF Segundo Piso, Tercer Piso**

Los IDF del segundo y tercer piso contendrán los mismos dispositivos de red tanto pasivos como activos que se instalarán dentro de un rack de 9 unidades (UR). En el rack de los pisos mencionados se instalarán los siguientes equipos:

- Dos organizadores horizontales de dos unidades de rack

- Un organizador horizontal de una unidad de rack
- Una regleta multitoma
- Un patch panel de 48 puertos
- Un switch de 48 puertos

**Figura 5:** IDF Segundo y Tercer Piso



**Fuente:** (Fernandez, 2012)

#### 4.3.4.7 Instalaciones de entrada

Las instalaciones de entrada están conformadas por los ductos y canalizaciones por donde ingresarán los servicios de telecomunicaciones de los proveedores al edificio y presentan las siguientes consideraciones:

- Precaución en el manejo de los cables
- Evitar la tensión excesiva de los cables
- La canalización debe proveer del espacio necesario para ingreso de los cables de manera holgada.
- El enrutamiento de los grupos de cables no deben estar apretados

- Los giros en el cableado no deben ser menor a los 90 grados ni mayor a los 270 grados.

#### 4.4 Implementación de estrategias de QoS

El promedio de descarga que brinda el proveedor de internet según el plan contratado se muestra a continuación:

**Tabla 9:** Throughput real otorgado por los proveedores de servicio de internet

Velocidad de servicio	Velocidad máxima de descarga en KBps
300 Kbps	30,00
600 Kbps	60,00
1 Mbps	100,00
2 Mbps	200,00
4 Mbps	400,00
5 Mbps	500,00
6 Mbps	600,00
8 Mbps	800,00
10 Mbps	1000,00

**Fuente:** (Javier & Roblero, 2014)

El servicio de internet contratado actualmente por la ULEAM es de 2.27 Mbps y que otorga un ancho de banda aproximado de bajada de 200 KBps según lo indica la Tabla 9, una página de 1500 KB tardaría en cargarse 9.755 segundos si el servicio lo estuviera utilizando una sola persona.

Según el rediseño de la red de datos de la Universidad se recomienda contratar un servicio de internet de 8 Mbps simétrico, es decir, que el ancho de banda de bajada sería el mismo que el de subida.

En tal virtud, en el caso de que todas las computadoras estén usando internet al mismo tiempo la carga de una página web de 1500 KB sería de 5 minutos. Se debe tomar en cuenta que este es el peor escenario. Por otro lado, se debe tomar en cuenta que el throughput de

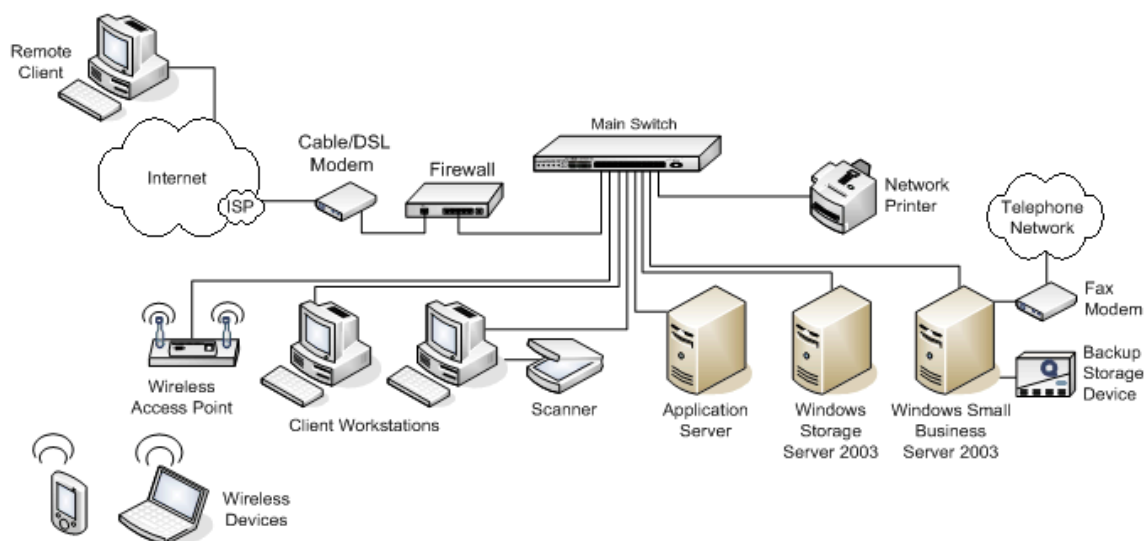
internet es inversamente proporcional al número de computadores que estén usando el servicio de internet, lo que quiere decir, que si únicamente está haciendo uso de internet una PC entonces todo el throughput será para ésta (800 KBps).

Además, se puede decir que con una administración de los recursos de telecomunicaciones eficientes como sistemas firewall o servidores proxy se puede mejorar este tiempo aún más.

#### 4.5 Redes Inalámbricas

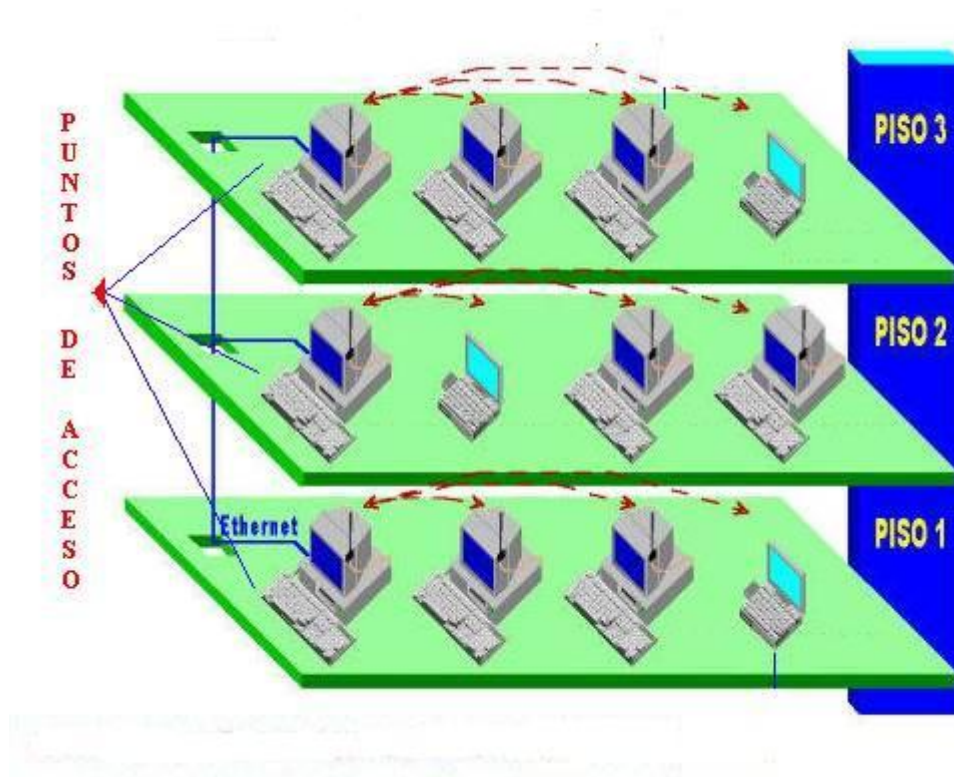
Como parte del diseño de la Red Inalámbrica se tiene:

**Figura 6:** Propuesta de Diseño de Red LAN Inalámbrica



**Fuente:** (Fernandez, 2012)

**Figura 7:** Red LAN Inalámbrica



**Fuente:** (Fernandez, 2012)

#### 4.7 Estimación de costos implicados por el rediseño

A continuación, se muestra la estimación de los costos para el rediseño de la infraestructura de la red en la Universidad Laica "Eloy Alfaro", basado en el equipamiento necesario para un Edificio en específico.

**Tabla 10: Costo del Rack**

Características Técnicas Mínimas Marca APC
Debe ser metálico con seguridades en sus puertas de adelante y atrás
Dimensiones de 200 x 60 x 107 cm de altura, ancho, fondo y con capacidad para 42 unidades de

almacenamiento
Debe tener espacio para dos regletas de conexión eléctrica
Certificación de calidad ISO 9001
Accesorios para racks en la parte superior
<b>Precio TOTAL: \$ 1300</b>

**Elaborado por:** el autor

**Tabla 11: Costo de los Accesorios de Cableado**

<b>Accesorio</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Racks	\$ 1.300	2	\$ 1300
Paneles de conexión 6A de 24 puertos	\$ 40	2	\$ 80
Paneles de conexión 6A de 48 puertos	\$ 79	2	\$ 158
Ordenadores horizontales de cable UTP	\$ 56	2	\$ 112
Ordenadores verticales de cable UTP	\$ 59	2	\$ 118
Jacks RJ45 categoría 6A apantallado	\$ 16	6	\$ 96
Faceplate dobles	\$ 5	6	\$ 30

Rollos de cable UTP 6A apantallado	\$ 340	1	\$ 340
Cables de conexión UTP 6A de 2 metros	\$ 15	1	\$ 15
Cables de conexión fibra óptica 5 metros con conectores LC	\$ 70	1	\$ 70
Canaleta plástica decorativa 40x25	\$ 6	1	\$6
Canaleta plástica decorativa 60x40	\$ 6,50	1	\$ 6,50
Bandeja metálica 300 x 100 mm para cableado UTP datos	\$ 75	1	\$ 75
Regletas de energía con 12 tomas de 110 Voltios	\$ 21	3	\$ 63
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3.769,5</b>

**Elaborado por:** el autor

**Tabla 12: Resumen de Presupuesto de Equipos**

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
1	Firewall Cisco Rv130w Gigabit Wifi VPN	\$ 289	\$ 289
3	Switch Cisco Catalyst 2960- 24	\$ 550	\$ 1650

1	Router Cisco 1800series 1811 1812 1841 V05 Wic	\$ 189	\$ 189
2	Servidor Synology Ds115 Hasta 8tb	\$440	\$ 880
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3008</b>

**Elaborado por:** el autor

#### 4.8 Propuesta de esquema de calidad de servicios

La medida de la calidad que se puede percibir, se complica en ocasiones por el hecho de la realización de encuestas. Pero la calidad que se recibe puede ser monitoreada a través de equipos medidores. Estos permiten realizar las pruebas partiendo de la ubicación que tiene cada usuario.

En este epígrafe se realiza una propuesta de un esquema para calcular el tráfico de la calidad de servicio de la red de la Universidad ULEAM, lo que permitirá, conocer la magnitud de los procesos más importantes de la red, para verificar como se van cumpliendo y poder evitar y/o mitigar posibles problemas y fallas.

**Tabla 13:** Parámetros de tráfico para la calidad de servicio

<b>Parámetros</b>	<b>Datos</b>
Disponibilidad	Mayor a 99%. Esto equivale a menos de dos horas de interrupción cada mes.
Flujo/Velocidad media	Mayor que el 75%
Pérdida de paquetes	Pérdida máxima de 1,7% de los datos enviados.
Flujo/Velocidad instantánea	Valor instantáneo mínimo de 22% del



	flujo/velocidad contratada máxima
Latencia ida y vuelta	Valor máximo 75 milisegundos
Latencia unidireccional	Valor máximo de 35 milisegundos
Número de intentos para establecer la conectividad IP	Máximo 3 intentos
Tiempo para establecer la conectividad IP	Como máximo 40 segundos
Tiempo de instalación del servicio	5 días
Tiempo de cancelación del servicio	30 días como máximo

**Elaborado por:** El autor

## **Capítulo 5**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **Conclusiones**

Luego de la realización del presente trabajo se puede afirmar que se cumplieron los objetivos planteados y por los cuales se desarrolló la investigación:

Como logro fundamental, se rediseñó la red de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para lo cual se tuvieron en cuenta los estándares de cableado estructurado, lo cual ha permitido mejorar la administración de dicha red y garantizar la calidad de servicios QoS. Lo que constituye el principal aporte de la investigación, pues el rediseño logrado es óptimo, funcional, administrable, escalable y se adaptó a las necesidades de la Universidad.

Se describió la infraestructura de la red y las dimensiones de los enlaces con las que contaba la Universidad inicialmente, lo que permitió conocer la dimensión de dicha estructura y sus debilidades.

Se calculó el ancho de banda, para lo cual se tuvieron en cuenta la cantidad de usuarios posibles para la red y el tipo de tráfico para esta red. Con el resultado de este cálculo se pudo proponer el ancho de banda total que necesita el edificio de la Facultad 1.

Se calculó la estimación de costo del rediseño que se elaboró para la red de la Universidad Laica “Eloy Alfaro”, donde se tuvo en cuenta todo el equipamiento y los medios informáticos que se utilizarán para llevar a cabo esta propuesta.

## **Recomendaciones**

Debido a que la Universidad presenta un importante flujo de datos es necesario implementar el protocolo STP ya que con este se puede evitar la presencia de loops (bucles) en la red, con esta información se beneficiarán (administración, estudiantes, docentes y directivos), así como también lo hará el personal de mantenimiento y soporte del centro.

Es necesario que se cuente con backup que mantengan la red siempre operativa. Por esto es necesario que se adquiera equipos que cubran estas necesidades, en especial el switch CORE. De la misma manera se debería considerar equipos de backup para el sistema de enfriamiento del Centro de Datos y switch de cada facultad.

Al contar ahora con un Centro de Datos donde se concentran todos los equipos de comunicaciones se plantea la necesidad de reubicar la mayoría de los servidores en el mismo, lo cual permita contar con la infraestructura de seguridad del mismo y una mejor administración, ya que las tareas pueden realizarse remotamente.

## Bibliografía

- Adell, J. (1998). Redes y educación. *Nuevas tecnologías, comunicación audiovisual y educación*, 177-211.
- Alonso, J. A. (2005). *Red privada virtual sobre mensajería instantánea*. Argentina: Universidad de Mendoza.
- Altamirano, G. X. (2014). *DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES QUE OPTIMICE EL ACCESO A LOS SERVICIOS PARA EL CRECIENTE TRÁFICO DE DATOS DEL CAMPUS LA DOLOROSA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.
- ANDRADE, X. F. (2008). *REDISEÑO DE LA RED CON CALIDAD DE SERVICIOS*.
- Arango, J., Portilla, L., & Cuéllar, J. (2013). Procedimiento para implementar QoS en la capa de acceso en redes de próxima generación enfocado en el servicio de voz. *S & T*, 85-104.
- Arbesú, L. P. (Noviembre 2013). *Networking, redes, cableado, similitudes y diferencias*.
- Bazurto, J., & Mena, D. (2011). *Rediseño de la red del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4309>
- Bianchi, A. (2002). *Redes de comunicaciones*.

- Cabello, C. (11 de Septiembre de 2015). *AnexoM*. Obtenido de AnexoM:  
<http://www.anexom.es/tecnologia/mi-conexion/que-es-el-qos-y-por-que-es-importante-para-tu-red-local/>
- Calidad de Servicio. (s.f.). *jazztel.com*. Obtenido de [www.jazztel.com/calidad\\_servicios](http://www.jazztel.com/calidad_servicios)
- Cardenas, P. (2012). *Cableado estructurado*.
- Castillo, J. C. (2009). *PCPI-Instalaciones de telecomunicaciones*. Editex.
- Chogollo, M., & Mejía, J. (2009). *Rediseño de la red de datos de la Universidad de Cuenca*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Cortéz, D., & López, J. (2006). *Rediseño de la red de comunicaciones para la universidad estatal de Bolívar que soporte aplicaciones de voz, datos y videoconferencia*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/348>
- Cruz, J., & Galarza, I. (2011). *Aplicacion de la tecnologia Cliente/Servidor*.
- Enterprise QoS Solution. (junio 2005). *cisco.com*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise/design-zone-application-performance/landing\\_voice\\_video.html](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/enterprise/design-zone-application-performance/landing_voice_video.html)
- Felici, S. (2015). *Evaluación de mecanismos de calidad de servicio en los routers para servicios multimedia*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Fernandez, C. (2012). *Planos de cableado estructurado*.
- Francisco, X. (2008). *Rediseño de la red con calidad de servicios para datos y tecnologia*.

G. M., & de Osorno, B. (2013). *Cable par trenzado*. Chile.

galeon.com. (2005). *Cable Coaxial*. Obtenido de galeon.com:  
<http://modul.galeon.com/aficiones1366312.html>

galeon.com. (s.f.). *Cable de Fibra Optica*. Obtenido de galeon.com:  
<http://modul.galeon.com/aficiones1366320.html>

galeon.com. (s.f.). *Topologias de Red*. Obtenido de galeon.com:  
<http://modul.galeon.com/aficiones1366341.html>

García, D. (2015). *Propuesta de rediseño de red inalámbrica existente en la facultad de Educación Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Gómez, J., & Padilla, N. (2011). *Administración de sistemas operativos. Windows y Linux*. La Paz: Universidad Católica Bolivariana San Pablo.

Gómez, R. (2015). *Rediseño de la red del Instituto Tecnológico Superior "Sucre"*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10977>

Guarin, L., & Beltran, E. (2012). *Diseño de red inalámbrica en la vereda Las Águilas Mergar Tolima*. Girardot: Corporación Universitaria Minuto de Dios.

I.S.P. (2004). *Redes de Computadoras. Red, R1*.

I.V.S. (12 de Octubre de 2010). *Integrated Virtual Solutions*. Obtenido de Integrated Virtual Solutions: <http://www.ivs-sl.com/content.php?id=91>

- Ibanez, P., & García, G. (2009). *Informática. Computer Sciencies*. Santa Fe: Cengage Learning Editores.
- ITU. (4 de Noviembre de 2004). *International Telecommunication Union*. Obtenido de International Telecommunication Union: [http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/ngn2004/working\\_definition.html](http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/ngn2004/working_definition.html)
- ITU. (2016). *Manual sobre redes basadas en el Protocolo Internet (IP) y asuntos conexos*. China.
- Jacinto, E. V. (2010). *Switch & Hub*.
- Javier, E., & Roblero, T. (2014). *Implementación de una red de telefonía basada en tecnología VOIP con software libre para la empresa IT del Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Jiménez, P. (2013). *Tendencias hacia las redes ópticas*. México: Universidad de las Américas Puebla.
- Joskowicz, J. (2012). *Historia de las Telecomunicaciones*. Uruguay: Universidad de la República Montevideo.
- Juliá, S. (15 de Septiembre de 2013). *Gadae NetWeb*. Obtenido de Gadae NetWeb: <http://www.gadae.com/blog/5-caracteristicas-red-informatica/>
- Kurose, J., Ross, K. W., Hierro, C. M., Pablo, A., & Marrone, L. (2010). *Redes de computadoras: un enfoque descendente*. Addison Wesley.

Leinier, B., Cerf, V., Clark, D., Kahn, R., Kleinrock, L., Lynch, D., & Wolff, S. (1999).

*Una breve historia de Internet.* Obtenido de [http://www. ati. es/DOCS/internet/histint/histint1. html](http://www.ati.es/DOCS/internet/histint/histint1.html)

López Andrade, X. F. (2008). *REDISEÑO DE LA RED CON CALIDAD DE SERVICIOS PARA DATOS Y TECNOLOGIA DE VOZ SOBRE IP EN EL ILUSTRE MUNICIPIO DE AMBATO.* Ambato.

Lopez, X. F. (2010). *REDISEÑO DE LA RED CON CALIDAD DE SERVICIOS.*

Lozano, M. (2011). *Redes de alta velocidad.*

MAHECHA, D. M. (2011). *EQUIPOS ACTIVOS Y PASIVOS DE RED.*

Martín, D. (17 de Mayo de 2008). *Empresa&Economía.* Obtenido de Empresa&Economía: <http://empresayeconomia.republica.com/aplicaciones-para-empresas/implementando-qos-en-las-redes.html>

Mayorga, D. (2000). Vida y milagros de Internet. *Arbor*, 313.

Medina, R., & Manuel, J. (2013). *Seguridad en Redes.*

(2011). *Modelo Cliente Servidor.*

Murazzo, M., Rodriguez, N., Vergara, R., Carrizo, F., González, F., & Grosso, E. (2013). *Administración de QoS en ambientes de redes de servicios convergentes.* XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.

Orfali, R., & Hankey, D. (1998). *Cliente/Servidor Programming with Java.*

Piña, J. B. (2012). *Tooplogías.*



- Piraíno, E. (2007). Implementar una red: Qué aspectos se deben considerar. *Gerencia*, <http://emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=1659>.
- Ramírez, B. (2016). *Redes*. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Real Academia de Ingeniería Española. (23 de Junio de 2014). *Diccionario Español de Ingeniería*. Obtenido de Diccionario Español de Ingeniería: [www.raing.es](http://www.raing.es)
- RED, I. (2004). *Redes de Computadoras*. 3(R1).
- Romero, S. (2012). *Aspectos metodologicos a tener en cuenta para el diseño de una red*. Riochacha: Uniguajira.
- SIGOC. (2007). *Comunicaciones y Redes informáticas*. Barcelona: SIGOC.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de computadoras*. Pearson Education.
- Turner Brough. (2008). *Why There is No Internet QoS*.
- Witte, D., & Valdés, R. (2001). *Propuesta de rediseño de la red de campus de la EPN*. Quito: Escuela Nacional Politécnica.
- Yepes, D. (2014). *REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DE LA EMPRESA AKROS*. FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS.
- Zayas, L., & Sao Áviles, A. (2002). Elementos conceptuales básicos útiles para comprender las redes de telecomunicación. *10*(6).